René Stieper

Elektrofachkräfte

Verantwortlich für den Inhalt:

BG
Berufsgenossenschaft
Metall Nord Süd

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5

1 Begriffe 6

2 Gefahren durch elektrischen Strom 10
2.1 Wirkung des elektrischen Stromes auf den Menschen (Körperdurchströmung) 10
2.1.1 Ermittlung der Stromstärke beim Stromfluss durch den Menschen . 10
2.1.2 Physiologische Wirkungen des Stromflusses 11
2.2 Lichtbogeneinwirkung 13
2.3 Sekundärwirkungen des elektrischen Stromes 13
2.4 Wann fließt Strom durch den Körper? 13

3 Schutz gegen elektrischen Schlag 16
3.1 Schutz gegen direktes und bei indirektem Berühren 16
3.2 Schutz gegen direktes Berühren oder Basisschutz 17
3.3 Schutz bei indirektem Berühren oder Fehlerschutz 17

4 Im Bereich Elektrotechnik tätige Personen 20

5 Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel 25
5.1 Arbeitsmittel 26
5.2 Isolierende Schutzvorrichtungen, Werkzeuge und persönliche Schutzausrüstungen 28
5.3 Elektrotechnische Arbeiten 31
5.3.1 Arbeiten im spannungsfreien Zustand 31
5.3.1.1 Freischalten 32
5.3.1.2 Gegen Wiedereinschalten sichern 34
5.3.1.3 Spannungsfreiheit feststellen 37
5.3.1.4 Erden und Kurzschließen 42
5.3.1.5 Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken 44
5.3.1.6 Freigabe zur Arbeit 48
5.3.1.7 Verhalten während der Arbeit 49
5.3.1.8 Unter-Spannung-Setzen nach beendeter Arbeit 49
5.3.2 Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile 50
5.3.2.1 Schutz durch Schutzvorrichtung, Abdeckung, Kapselung oder isolierende Umhüllung 52
5.3.2.2 Schutz durch Abstand und Aufsichtführung 52
5.3.3 Arbeiten unter Spannung 53
5.3.4 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen 55
5.3.4.1 Begriffsbestimmungen 56
5.3.4.2 Speisepunkt 56
5.3.4.3 Verteilungssysteme 57
5.3.4.4 Schaltanlagen und Verteiler 58
5.3.4.5 Leitungen 58
5.3.4.6 Prüfungen 60
5.3.4.7 Schalt- und Steuergeräte, elektrische Maschinen 60
5.3.4.8 Leuchten 61
5.3.5 Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung 62
5.3.5.1 Begriffsbestimmungen 62
5.3.5.2 Schutzmaßnahmen in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit 64
5.3.5.3 Schutzmaßnahmen in sonstigen Räumen und Bereichen mit leitfähiger Umgebung 65
5.3.5.4 Leitungen 65
5.3.5.5 Installationsmaterial 65
5.3.5.6 Handgeführte Elektrowerkzeuge 65
5.3.5.7 Leuchten 66
5.3.5.8 Unterweisung 66
5.3.6 Elektrowerkzeuge 66
5.3.6.1 Auswahl von Elektrowerkzeugen 67
5.3.6.2 Einsatz von Elektrowerkzeugen in explosionsgefährdeten Bereichen 68
5.3.7 Steckvorrichtungen 68
5.3.8 Auswechseln von Sicherungseinsätzen 70
5.3.9 Auswechseln von Lampen und Zubehör 72
5.3.10 Prüfungen 73
5.3.10.1 Arbeitstägliche Sichtprüfung 73
5.3.10.2 Elektrische Prüfungen 73
5.3.10.3 Prüfnachweis 77
5.4 Nicht elektrotechnische Arbeiten 77

6 Arbeiten in der Höhe 80
6.1 Leitern 80
6.2 Gerüste 81
6.3 Weitere Gerüste zum Arbeiten in der Höhe 82

7 Sicherheit beim Umgang mit Werkzeug und Gerät 84

8 Schutzhelme 88

9 Sicherheitsschuhe 90

10 Brandbekämpfung 91

11 Erste Hilfe 95

12 Erste Hilfe bei Unfällen durch elektrischen Strom 96

13 Erläuterungen des IP-Codes für „Schutzarten durch Gehäuse“ nach DIN VDE 0470 Teil 1 97

Anhang 1 100

Anhang 2 101

Anhang 3 102

Vorwort

Diese BG-Information wendet sich an die Elektrofachkraft, die insbesondere als Betriebselektriker elektrische Anlagen und Betriebsmittel errichtet, betreibt, prüft und instand hält. Beim Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel bestehen besondere Gefahren durch die elektrische Energie. Daher trägt die Elektrofachkraft nicht nur für sich, sondern besonders gegenüber Dritten und dem Betrieb eine erhebliche Verantwortung.

Durch sorgfältige Planung, Auswahl und Beschaffung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel können sowohl die Sicherheit der Mitarbeiter als auch der störungsfreie Betrieb weitgehend sichergestellt werden.

Diese Druckschrift gibt der Elektrofachkraft Tipps und Hinweise wie – in Übereinstimmung mit den Unfallverhütungsvorschriften und den VDE-Bestimmungen – elektrische Anlagen und Betriebsmittel sicher errichtet und betrieben werden können.

Die in dieser BG-Information enthaltenen technischen Lösungen schließen andere, mindestens ebenso sichere Lösungen nicht aus, die auch in technischen Regeln anderer Mitgliedsstaaten der Europäischen Union oder anderer Vertragsstaaten des Abkommens über den Europäischen Wirtschaftsraum ihren Niederschlag gefunden haben können.

1 Begriffe

Die im Folgenden aufgeführten Begriffe sind entnommen aus:

Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3)

Unfallverhütungsvorschrift „Arbeiten mit Schussapparaten“ (BGV D 9)

DIN VDE 0100 „Elektrische Anlagen in Gebäuden“
(ehemals „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1 000 Volt“)

DIN VDE 0101 „Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV“

DIN VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“

Als **Elektrofachkraft** gilt, wer aufgrund seiner fachlichen Ausbildung, Kenntnisse und Erfahrungen sowie Kenntnis der einschlägigen Bestimmungen die ihm übertragenen Arbeiten beurteilen und mögliche Gefahren erkennen kann.

Elektrofachkräfte für festgelegte Tätigkeiten dürfen gleichartige, sich wiederholende Arbeiten an Betriebsmitteln, die vom Unternehmer in einer Arbeitsanweisung beschrieben sind, in eigener Fachverantwortung ausführen. Für diese festgelegten Tätigkeiten muss eine entsprechende Ausbildung in Theorie und Praxis nachgewiesen werden.

In der theoretischen Ausbildung müssen, zugeschnitten auf die festgelegten Tätigkeiten, die Kenntnisse der Elektrotechnik, die für das sichere und fachgerechte Durchführen dieser Tätigkeiten erforderlich sind, vermittelt werden.

Die praktische Ausbildung muss an den infrage kommenden Betriebsmitteln durchgeführt werden. Sie muss die Fertigkeiten vermitteln, mit denen die in der theoretischen Ausbildung erworbenen Kenntnisse für die festgelegten Tätigkeiten sicher angewendet werden können.

Näheres zur Ausbildung beschreibt der BG-Grundsatz „Ausbildungskriterien für festgelegte Tätigkeiten im Sinne der Durchführungsanweisungen zur Unfallverhütungsvorschrift ‚Elektrische Anlagen und Betriebsmittel’“ (BGG 944).

Diese festgelegten Tätigkeiten dürfen nur in Anlagen mit Nennspannungen bis 1 000 V AC bzw. 1 500 V DC und grundsätzlich nur im freigeschalteten Zustand durchgeführt werden.

Unter Spannung sind Fehlersuche und Feststellen der Spannungsfreiheit erlaubt.

Als **elektrotechnisch unterwiesene Person** gilt, wer durch eine Elektrofachkraft über die ihr übertragenen Aufgaben und die möglichen Gefahren bei unsachgemäßem Verhalten unterrichtet und erforderlichenfalls angelernt sowie über die notwendigen Schutzeinrichtungen und Schutzmaßnahmen belehrt wurde.

Anlagenverantwortlicher ist derjenige, der die unmittelbare Verantwortung für den Betrieb der elektrischen Anlage trägt.

Darüber hinaus gilt als **Arbeitsverantwortlicher** die Person, welche die unmittelbare Verantwortung für die Durchführung der Arbeiten zu tragen hat. Gegebenenfalls können diese Arbeiten auch teilweise an andere Personen übertragen werden.

Als **Laie** gilt, wer weder als Elektrofachkraft noch als elektrotechnisch unterwiesene Person qualifiziert ist.

Betrieb von elektrischen Anlagen umfasst das Bedienen sowie elektrotechnische und nicht elektrotechnische Arbeiten.

Arbeiten unter Spannung sind solche, bei denen Personen mit Körperteilen oder Gegenständen unter Spannung stehende Teile berühren oder in die Gefahrenzone gelangen.

Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile sind solche, bei denen Personen mit Körperteilen oder Gegenständen in die Annäherungszone gelangen, ohne die Gefahrenzone zu erreichen.

Freischalten ist das allseitige Ausschalten oder Abtrennen eines Betriebs-

Bild 1-1: Umfang des Begriffes „Betrieb“ nach DIN VDE 0105-100

Betrieb elektrischer Anlagen

Bedienen	**elektrotechnische Arbeiten**	**nicht elektrotechnische Arbeiten**
	Arbeiten an, mit oder in der Nähe einer elektrischen Anlage	Arbeiten im Bereich einer elektrischen Anlage
Beobachten Schalten Steuern Regeln	Einrichten Inbetriebnehmen Instandhalten Prüfen Erproben Messen Auswechseln Ändern Erweitern	Bau- und Montagearbeiten Erdarbeiten Säubern Anstrich- und Korrosionsschutzarbeiten

mittels oder Stromkreises von allen nicht geerdeten Leitern.

Arbeiten im spannungsfreien Zustand sind Arbeiten an elektrischen Anlagen, deren spannungsfreier Zustand zur Vermeidung elektrischer Gefahren hergestellt und sichergestellt ist.

Elektrische Anlagen sind Anlagen mit Betriebsmitteln zum Erzeugen, Umwandeln, Speichern, Fortleiten, Verteilen und Verbrauchen elektrischer Energie mit dem Zweck des Verrichtens von Arbeit – z. B. in Form von mechanischer Arbeit, zur Wärme- und Lichterzeugung oder bei elektrochemischen Vorgängen.

Als **Teil einer elektrischen Anlage** gilt ein einzelnes Betriebsmittel oder die Zusammenfassung mehrerer miteinander verbundener Betriebsmittel, soweit das oder die Betriebsmittel funktionsmäßig mit der elektrischen Anlage verbunden sind.

Stationäre Anlagen sind mit ihrer Umgebung fest verbunden, z. B. Installationen in Gebäuden, Baustellenwagen, Containern und auf Fahrzeugen.

Nicht stationäre Anlagen sind solche, die entsprechend ihrem bestimmungsgemäßen Gebrauch nach dem Einsatz wieder abgebaut (zerlegt) und am neuen Einsatzort wieder (durch eine Elektrofachkraft) aufgebaut werden, z. B. Bau- und Montagestellen.

Elektrische Betriebsmittel sind alle Gegenstände, die als Ganzes oder in einzelnen Teilen dem Anwenden elektrischer Energie, wie Gegenstände zum Erzeugen, Fortleiten, Verteilen, Speichern, Messen, Umsetzen und Verbrauchen, oder dem Übertragen, Verteilen und Verarbeiten von Informationen dienen.

Ortsfeste elektrische Betriebsmittel sind fest angebrachte Betriebsmittel oder Betriebsmittel, die keine Tragevorrichtung haben und deren Masse so groß ist, dass sie nicht leicht bewegt werden können. Dazu gehören auch elektrische Betriebsmittel, die vorübergehend fest angebracht sind und über bewegliche Anschlussleitungen betrieben werden.

Ortsveränderliche (nicht ortsfeste) elektrische Betriebsmittel sind Betriebsmittel, die während des Betriebes bewegt werden oder die leicht von einem Platz zum anderen gebracht werden können, während sie an den Versorgungsstromkreis angeschlossen sind.

Als **aktive Teile** gelten Leiter und leitfähige Teile der Betriebsmittel, die unter normalen Betriebsbedingungen unter Spannung stehen.

Handbereich ist der Bereich, in den ein Mensch ohne besondere Hilfsmittel von üblicherweise betretenen Stätten aus mit der Hand nach allen Richtungen hin gelangen kann. Als Reichweite eines Menschen von der Standfläche aus gemessen gilt nach oben mindestens 2,5 m, in seitlicher Richtung sowie nach unten mindestens 1,25 m.

Elektrische Betriebsstätten sind Räume oder Orte, die im Wesentlichen zum Betrieb elektrischer Anlagen dienen und in der Regel nur von unterwiesenen Personen betreten werden. Hierzu gehören z. B. Schalträume, Schaltwarten, Verteilungsanlagen in abgetrennten Räumen, abgetrennte elektrische Prüffelder und Laboratorien, Maschinenräume von Kraftwerken und dergleichen.

Abgeschlossene elektrische Betriebsstätten sind Räume oder Orte, die ausschließlich dem Betreiben elektrischer Anlagen dienen und unter Verschluss gehalten werden, z. B. abgeschlossene Schalt- und Verteilungsanlagen, Transformatorzellen, Schaltfelder, Verteilungsanlagen in Blechgehäusen oder in anderen abgeschlossenen Anlagen. Zutritt haben nur Elektrofachkräfte und unterwiesene Personen, Laien nur in deren Begleitung.

Kleinspannung (ELV – Extra Low Voltage) ist Wechselspannung (AC – alternative current) bis 50 V oder oberschwingungsfreie Gleichspannung (DC – direct current) bis 120 V zwischen den Leitern oder zwischen Leiter und Erde.

Niederspannung (LV – Low Voltage) ist Wechselspannung bis 1000 V oder Gleichspannung bis 1500 V.

Hochspannung (HV – High Voltage) ist Wechselspannung größer als 1 kV oder Gleichspannung größer als 1,5 kV.

Berührungsspannung ist der Teil der Fehler- oder Erderspannung, der vom Menschen überbrückt werden kann.

Bolzensetzwerkzeuge sind Schussapparate, die dazu bestimmt sind, Setzbolzen mittels Munition in feste Werkstoffe einzutreiben.

Kabelbeschussgeräte sind Schussapparate, die zum Eintreiben einer Schneide in Kabel bestimmt sind. Sie zählen zu den nicht tragbaren Schussapparaten, weil sie nach ihrer Beschaffenheit dazu bestimmt sind, bei der Schussauslösung nicht in der Hand gehalten zu werden.

2 Gefahren durch elektrischen Strom

Der elektrische Strom kann beim Menschen zu Unfällen führen durch

- Körperdurchströmung,
- Lichtbogeneinwirkung,
- Sekundäreinwirkung.

Der Grad der Verletzung ist vorher nicht abschätzbar. Deshalb sollten alle Hinweise auf schadhafte elektrische Anlagen und Betriebsmittel ernst genommen und mögliche Unfallursachen sofort beseitigt werden.

2.1 Wirkung des elektrischen Stromes auf den Menschen (Körperdurchströmung)

Netzspannung von 230/400 V und einer Frequenz von 50 Hz kann zu tödlichen Unfällen führen.

Bei genügend großem Stromfluss verkrampft ein Muskel. Handelt es sich dabei um die Muskeln in einer Hand, so kann man einen erfassten Gegenstand nicht mehr loslassen. Ist der Brustkorb betroffen, so tritt Atemstillstand ein. Es kann Herzstillstand ausgelöst werden oder der geregelte Ablauf der einzelnen Herzmuskelbewegungen wird durcheinandergebracht, sodass eine ungeordnete Bewegung ohne Pumpwirkung entsteht – das Herzkammerflimmern.

Die Wirkung des elektrischen Stromes hängt ab

- von der Stromstärke,
- vom Weg des Stromes im Körper,
- von der Einwirkungsdauer und
- von der Frequenz.

Bei Wechselstrom verkrampfen Muskeln schon bei geringen Stromstärken ab etwa $^{10}/_{1000}$ Ampere = 0,01 A = 10 mA.

2.1.1 Ermittlung der Stromstärke beim Stromfluss durch den Menschen

Ein Strom I kann nur fließen, wenn eine Spannung U ihn durch einen Widerstand R treibt. Die Verknüpfung dieser drei Größen drückt das Ohmsche Gesetz aus:

$$I = \frac{U}{R}$$

Der **elektrische Widerstand des Menschen** (Impedanz) hängt

- vom Stromweg,
- vom Zustand der Haut, z. B. trocken oder feucht, unverletzt oder verletzt,
- von der Größe der Spannung und
- von der Frequenz

ab und setzt sich aus Körperinnenwiderstand und Hautwiderstand zusammen.

Bei einem Wechselstrom ab 230 V und 50/60 Hz ergibt sich eine Impedanz von etwa:

- bei Längsdurchströmung
  Hand – Fuß ca. 1000 Ohm
  Hand – Füße ca. 750 Ohm
  Hände – Füße ca. 500 Ohm
- bei Querdurchströmung
  Hand – Hand ca. 1000 Ohm
- bei Teildurchströmung
  Hand – Rumpf ca. 500 Ohm
  Hände – Rumpf ca. 250 Ohm

Mit diesen Werten und mit der Berührungsspannung, die in der Mehrzahl der Fälle bekannt ist, kann die Stromstärke abgeschätzt werden, z. B.

- für den Stromweg Hand – Hand mit einem Widerstand von 1000 Ohm ergibt sich bei einer Berührungsspannung von 230 Volt die Stromstärke zu

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230\,V}{1000\,\Omega} = 0{,}23\,A = 230\,mA$$

2.1.2 Physiologische Wirkungen des Stromflusses

Der Stromweg im menschlichen Körper hat durch seine Länge und seinen Querschnitt Einfluss auf den Widerstand und damit auf die fließende Stromstärke. Vom Weg des Stromes im menschlichen Körper hängt auch der Anteil des Stromes entscheidend ab, der durch die Atemmuskulatur oder das Herz fließt. Die Größe dieses Stromanteiles und die Stromeinwirkungsdauer sind ausschlaggebend für die Reaktion von Atmung und Herzfunktion.

Zwischen der Größe des für den menschlichen Körper noch ungefährlichen Stromes und der Dauer seiner Einwirkung besteht eine Beziehung, die nicht geradlinig verläuft: Bei kurzen Einwirkzeiten bleiben vergleichsweise größere Stromstärken ohne schädliche Auswirkung als bei längerer Einwirkdauer. Jedoch können Stromstärken über 500 mA auch bei kurzen Einwirkzeiten tödlich sein (Bild 2-1 auf Seite 12).

Schon bei Stromstärken unterhalb der Loslassgrenzen können Schreckreaktionen zu Sekundärunfällen, beispielsweise durch Sturz, Fall, führen. In diesem Bereich wäre theoretisch eine beliebig lange Einwirkdauer noch ungefährlich.

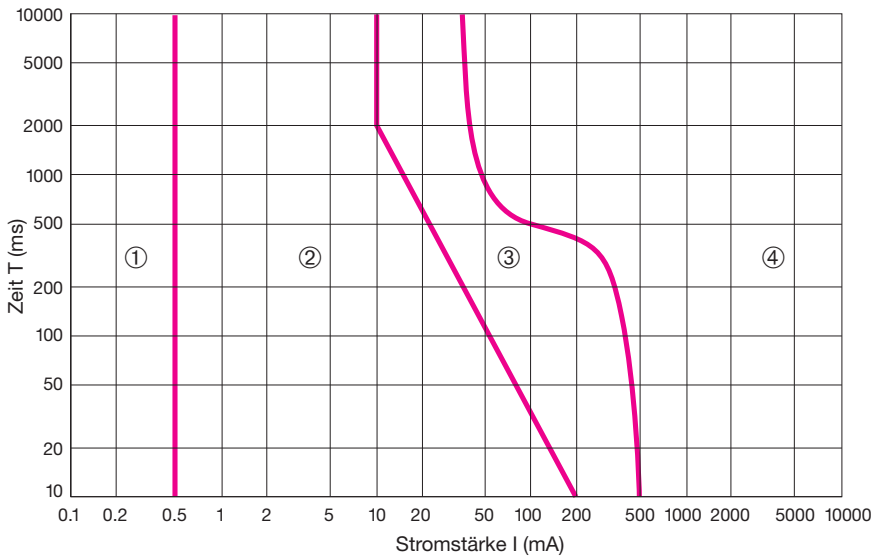
Bei Stromstärken oberhalb der Loslassgrenze stellt das Erreichen der Flimmerschwelle des Herzens den kritischen Wert dar. Es lassen sich Zeit-Stromstärke-Kurven erstellen, die auch die

Schwelle für das Auftreten von Herzkammerflimmern angeben.

Die Zeit-Stromstärke-Abhängigkeit für das Herzkammerflimmern steht in engerem Zusammenhang mit den Erregungsabläufen im Herzen. Herzkammerflimmern ist dann auslösbar, wenn der Strom in die Phase der Erregungsrückbildung fällt. In dieser Phase ist ein größerer Verband von Herzmuskeln in einem ungleich arbeitenden Erregungszustand. Bei Einwirkung eines genügend großen Stromes ist dann die Entstehung des Herzkammerflimmerns möglich.

Bei **Quer- und Teildurchströmungen** ist zu berücksichtigen, dass das Herz

Bild 2-1: Zeit-Stromstärke-Abhängigkeit bei Körperlängsdurchströmung mit Wechselströmen 50/60 Hz nach IEC-Report 479, Teil 1 (3. Auflage), Kapitel 2



Bereich ① Normalerweise keinerlei Auswirkungen und Reaktionen bis zur Wahrnehmungsschwelle.

Bereich ② Normalerweise keine schädlichen physiologischen Wirkungen bis zur Loslassgrenze.

Bereich ③ Normalerweise keine Organschäden zu erwarten. Mit zunehmender Stromstärke und Zeitdauer der Stromeinwirkung reversible Störung der Reizbildung und Reizleitung im Herzen zu erwarten, einschließlich Vorhofflimmern und vorübergehendem kurzzeitigen Herzstillstand. Im Bereich längerer Einwirkdauer oberhalb der Loslassgrenze sind Muskelkontraktionen und Atemschwierigkeiten wahrscheinlich.

Bereich ④ Herzkammerflimmern wahrscheinlich. Mit zunehmender Stromstärke und Einwirkdauer pathophysiologische Effekte, wie Herzstillstand, Atemstillstand und schwere Verbrennungen, zusätzlich zu den Wirkungen im Bereich 3.

mehr oder weniger im Nebenschluss liegt.

Gleichstrom ist keinesfalls ungefährlich. Jedoch ist die physiologische Wirkung bei gleicher Stromstärke weniger stark auf den Menschen als die von Wechselstrom.

Das liegt daran, dass Muskelreizungen durch Stromänderungen hervorgerufen werden, die bei reinem Gleichstrom nur beim Schließen und Öffnen des Stromkreises stattfinden.

Bei Gleichstrom besteht die Gefährdung hauptsächlich durch den elektrischen Lichtbogen, bei Gleichstromschweißquellen zusätzlich durch die überlagerte Wechselspannung.

2.2 Lichtbogeneinwirkung

Lichtbögen entstehen z. B. bei Kurzschlüssen. Die Temperatur im Kurzschluss-Lichtbogen kann über 4 000 °C betragen. Dabei verdampfen Metallteile in Sekundenbruchteilen und werden durch die Blaswirkung des entstehenden elektromagnetischen Feldes herausgeschleudert.

Typische Unfallfolgen sind das Verblitzen der Augen durch starke UV-Strahlung sowie Verbrennungen 1. und 2. Grades der Haut.

Kurzschlüsse entstehen häufig beim Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen (siehe Abschnitt 5.3.3).

2.3 Sekundärwirkungen des elektrischen Stromes

Eine elektrische Durchströmung kann dem Menschen auch indirekt schaden, wenn er beispielsweise durch einen elektrischen Schlag unkontrollierte Bewegungen ausführt oder sein Gleichgewicht verliert und stürzt. Sturzunfälle können schwer wiegende Folgen haben.

2.4 Wann fließt Strom durch den Körper?

Der Strom fließt nur in einem geschlossenen Stromkreis. Für den Menschen besteht dann Gefahr, wenn er selbst ein Teil dieses Stromkreises wird.

Für den Stromfluss durch den Körper gibt es folgende Möglichkeiten:

1. Der Strom kann von einem Außenleiter der elektrischen Anlage durch den menschlichen Körper zur Erde fließen (Bild 2-2 auf Seite 14). Der Stromkreis ist über die Erde meist unmittelbar geschlossen, weil die üblichen Verteilungssysteme fast immer eine geerdete Stromquelle haben. Erläuterung der Verteilungssysteme siehe Bild 3-1 auf Seite 18.

   Auch wenn kein Teil der Anlage betriebsmäßig geerdet ist, kann durch Isolationsfehler irgendwo ein Erdschluss bestehen:

   Beim Berühren eines unter Spannung stehenden Anlagenteils fließt der Strom dann durch den Körper zur Erde

und über einen an anderer Stelle bestehenden Erdschluss wieder in die Anlage zurück (Bild 2-3).

Selbst wenn wie im IT-System keine leitende Verbindung der Anlage zur Erde besteht, kann infolge der Erdkapazitäten der Leitungen ein gefährlicher Strom durch den Körper fließen (Bild 2-4):

Bei einer gut leitenden Verbindung zur Erde besteht bei jeder Berührung unter Spannung stehender Teile eine besondere Gefährdung.

Das gilt vor allem im Freien und in nassen Räumen. Aber auch in trockenen Räumen besteht die Gefahr, wenn man mit der bloßen Haut, mit dünner, feuchter oder verschwitzter Kleidung an Wasser-, Gas- und Dampfrohre oder an Eisenkonstruktionen gerät. Nasse Böden jeder Art, Fußböden aus Stahlbeton oder Stein sowie Eisenteile in Holzfußböden können ebenfalls eine leitende Verbindung zur Erde bilden.

2. Bei isoliertem Standort fließt zwar kein Strom zur Erde, doch kann der menschliche Körper zwischen zwei Außenleiter geraten und diese überbrücken. Dann fließt der Strom von einem Außenleiter durch den menschlichen Körper zum anderen Außenleiter und kann zu Verletzungen führen (Bild 2-5).

Bild 2-2: Stromfluss in einem Verteilungssystem mit geerdeter Stromquelle, z. B. in einem TN- oder TT-System

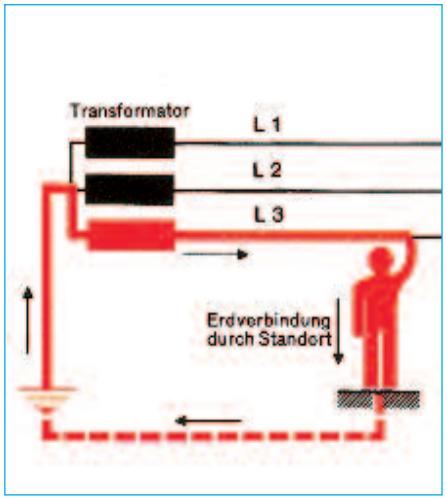
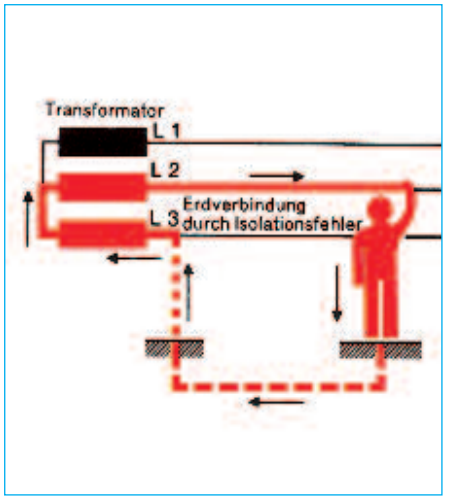


Bild 2-3: Stromfluss in einem IT-System mit isolierter Stromquelle gegenüber Erde, z. B. Transformator



3. Teile, die betriebsmäßig nicht unter Spannung stehen, können durch einen Isolationsfehler Spannung gegen Erde annehmen.

Dafür ein Beispiel:

Wenn Maßnahmen zum Schutz bei indirektem Berühren nicht vorhanden sind, kann z. B. das Motorengehäuse im Fehlerfall eine zu hohe Berührungsspannung annehmen.

Bei der Berührung des schadhaften Betriebsmittels und gleichzeitigem Berühren leitfähiger, geerdeter Teile der Umgebung kann es dabei zu gefährlichen Körperdurchströmungen kommen (Bild 2-6).

Bild 2-4: Stromfluss in einem IT-System mit isolierter Stromquelle gegenüber Erde, z. B. Transformator, über die Erdkapazitäten des Verteilungssystems

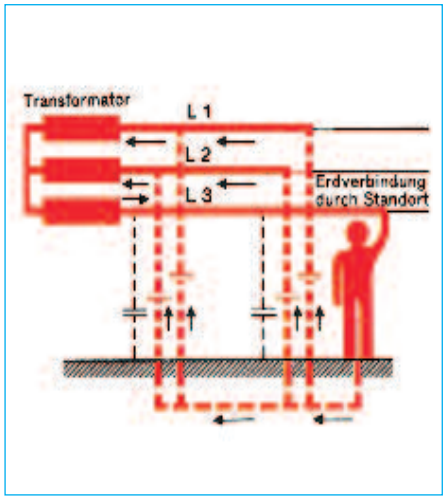


Bild 2-5: Stromfluss bei der Berührung von zwei Außenleitern

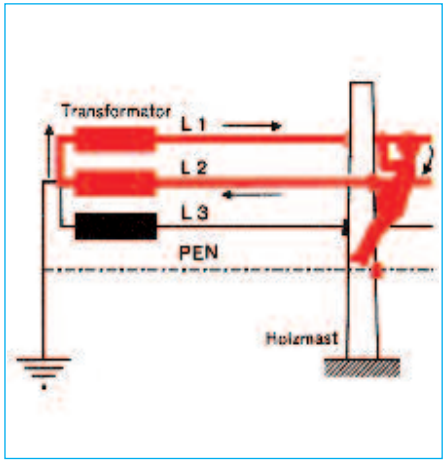
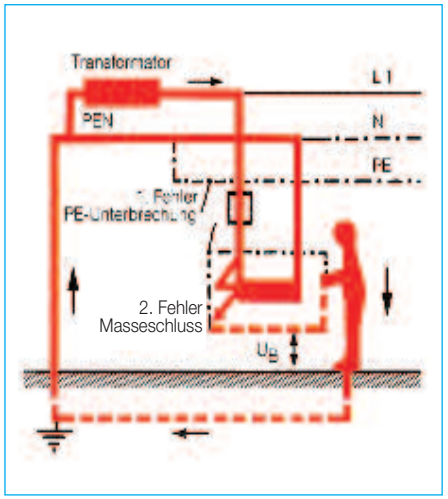


Bild 2-6: Stromfluss bei indirektem Berühren eines Betriebsmittels mit Isolationsfehler und unterbrochenem PE



3 Schutz gegen elektrischen Schlag

Der Schutz von Personen, Nutztieren und Sachen gegen elektrischen Schlag muss nach DIN VDE 0100-410 durch die gleichzeitige Anwendung folgender Schutzmaßnahmen sichergestellt werden:

- Schutz gegen direktes Berühren oder Basisschutz (z. B. Abdeckungen, Umhüllungen),
- Schutz bei indirektem Berühren oder Fehlerschutz (Überstromschutzeinrichtung),
- Schutz durch Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (RCDs) oder Zusatzschutz.

Dies kann erreicht werden durch das Betriebsmittel selbst oder durch die Anwendung der Schutzmaßnahme beim Errichten oder auch durch eine Kombination von beiden.

Die Auswahl der Schutzmaßnahmen richtet sich nach den Betriebsbedingungen.

3.1 Schutz gegen direktes und bei indirektem Berühren

Ein gleichzeitiger Schutz gegen direktes und bei indirektem Berühren wird erreicht durch

- Schutz durch Kleinspannung (ELV)
  - Schutzkleinspannung (SELV – Safety Extra Low Voltage),
  - Funktionskleinspannung mit sicherer Trennung (PELV – Protective Extra Low Voltage)
    Achtung! Funktionskleinspannung ohne sichere Trennung (FELV) erfüllt die Bedingungen nicht!

    Schutz durch Kleinspannung beinhaltet:
  - Nennspannung maximal 50 $V_{eff.}$ Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung,
  - Speisung aus geeigneter Stromquelle,
  - aktive Teile von SELV- und PELV-Stromkreisen müssen voneinander, von FELV-Stromkreisen und von Stromkreisen höherer Spannung sicher getrennt sein,
  - Stecker dürfen nicht in Steckdosen anderer Spannungssysteme eingeführt werden können und
  - SELV-Steckvorrichtungen dürfen keinen Schutzkontakt haben.
- Schutz durch Begrenzung von Beharrungsberührungsstrom und Ladung
  - Kurzschlussstrom bei Wechselspannung 3 m $A_{eff.}$ und bei Gleichspannung 12 mA,
  - Entladungsenergie maximal 350 mJ.

Bei Nennspannungen bis 25 $V_{eff.}$ Wechselspannung oder 60 V Gleichspannung ist im Allgemeinen ein Schutz gegen direktes Berühren nicht erforderlich.

3.2 Schutz gegen direktes Berühren oder Basisschutz

Es muss sichergestellt sein, dass Personen und Nutztiere aktive Teile unter normalen Betriebsbedingungen nicht berühren können, wenn die Nennspannungen über 25 $V_{eff.}$ Wechselspannung bzw. 60 V Gleichspannung betragen.

Infrage kommen

- Isolierung von aktiven Teilen,
- Abdeckungen oder Umhüllungen,
- Hindernisse,
- Abstände und
- zusätzlicher Schutz durch RCDs (residual current protextive devices), RCD ohne Hilfsspannungsquelle = Fehlerstromschutzeinrichtung, RCD mit Hilfsspannungsquelle = Differenzstromschutzeinrichtung.

Abdeckungen und Umhüllungen müssen mindestens der Schutzart IP 2X entsprechen, stabil, sicher befestigt und nur mit Werkzeug entfernbar sein.

Hindernisse müssen das unbeabsichtigte Annähern oder die unbeabsichtigte Berührung aktiver Teile beim betriebsmäßigen Bedienen verhindern.

Abstände sollen nur das unbeabsichtigte Berühren aktiver Teile verhindern.

RCDs sind nur als Zusatz zu anderen Maßnahmen zum Schutz gegen elektrischen Schlag zulässig. Ein solcher Zusatzschutz wird in verschiedenen Normen gefordert.

3.3 Schutz bei indirektem Berühren oder Fehlerschutz

Auch bei einem Fehler, bei dem Größe und Dauer der auftretenden Berührungsspannung eine gefährliche physiologische Wirkung bei Personen verursachen kann, muss der Schutz gegen elektrischen Schlag sichergestellt werden. Die dauernd zulässige Berührungsspannung darf 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung nicht überschreiten. Die Abschaltzeit darf je nach Anwendungsfall 0,1– 5 s betragen.

Als Schutzmaßnahmen gelten:

- Schutz durch automatische Abschaltung der Stromversorgung (Bild 3-1 auf Seite 19),
- Schutz durch Meldung (Isolationsüberwachungseinrichtung [Bild 3-1 auf Seite 19]),
- Schutz durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder gleichwertige Isolierung,
- Schutz durch nicht leitende Räume,
- Schutz durch erdfreien örtlichen Potenzialausgleich und
- Schutz durch Schutztrennung.

Die **automatische Abschaltung** der Stromversorgung soll im Fehlerfall das Bestehenbleiben einer gefährlichen Berührungsspannung nach Größe und Dauer begrenzen. Die Schutzmaßnahme erfordert eine Koordination der Art der Erdverbindung und der Eigenschaften von Schutzleitern und Schutzeinrichtun-

gen. Die Körper müssen so an den Schutzleiter angeschlossen werden, wie es das Verteilungssystem verlangt.

Der Schutz durch eine Isolationsüberwachungseinrichtung wird in IT-Systemen angewendet, bei denen der Fehlerstrom niedrig und deshalb eine schnelle Abschaltung beim 1. Fehler nicht notwendig ist. Sie muss beim 1. Fehler zwischen einem aktiven Teil und einem Körper oder gegen Erde ein optisches und/oder akustisches Signal geben. Es müssen Maßnahmen für die Abschaltung der Stromversorgung im Falle eines 2. Fehlers getroffen werden (Überstromschutzeinrichtung, RCDs).

Der Schutz durch Verwendung von Betriebsmitteln der Schutzklasse II oder gleichwertiger Isolierung (Schutzisolierung) soll verhindern, dass keine gefährliche Berührungsspannung an berührbaren Teilen eines elektrischen Betriebsmittels durch eine fehlerhafte Basisisolierung auftreten kann. Diese Betriebsmittel sind mit einem Doppelquadrat ⧈ gekennzeichnet.

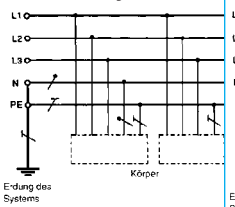
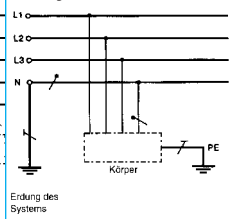
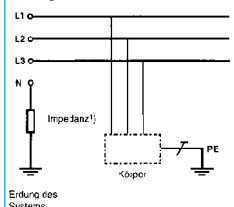
Der Schutz durch nicht leitende Räume soll vermeiden, dass beim Versagen der Basisregulierung aktiver Teile unterschiedlichen Potenzials eine elektrische Gefährdung beim gleichzeitigen Berühren entstehen kann.

Der Schutz durch erdfreien örtlichen Potenzialausgleich soll das Auftreten einer gefährlichen Berührungsspannung verhindern, indem alle gleichzeitig berührbaren Körper und fremde leitfähige Teile durch einen isolierten Potenzialausgleichsleiter miteinander verbunden werden. Dieses System darf weder direkt noch über andere Teile mit Erde verbunden sein.

Der Schutz durch Schutztrennung soll in einem einzelnen Stromkreis Gefahren bei der Berührung von Körpern verhindern, die durch eine fehlerhafte Basisisolierung unter Spannung gesetzt werden können.

Einzelheiten zu den Schutzmaßnahmen können DIN VDE 0100-410 entnommen werden.

Bild 3-1: Schutzeinrichtungen nach DIN VDE 0100-410 zum Schutz bei indirektem Berühren in verschiedenen Verteilungssystemen nach DIN VDE 0100-300

System nach Art der Erdverbindung nach DIN VDE 0100-300 / Art der Schutzeinrichtung	**TN-/TN-C-System**  Getrennte Neutralleiter und Schutzleiter im gesamten System	**TT-System**  	**IT-System**  Das System darf von Erde getrennt werden. Der Neutralleiter darf, braucht aber nicht verteilt zu werden.
Überstrom-schutzeinrichtung	ja	ja	ja
RCD (Fehlerstrom-schutzeinrichtung)	ja	ja	ja
Isolationsüber-wachungseinrichtung	nein	nein	ja

Erläuterung der Verteilungssysteme:

Erster Buchstabe Erdungsverhältnisse der Stromquelle:
- T = Direkte Erdung eines Netzpunktes
- I = Isolierung des Netzes gegen Erde oder Verbindung eines Punktes mit Erde über eine Impedanz

Zweiter Buchstabe Erdungsverhältnisse der Körper der elektrischen Anlage:
- T = Körper direkt geerdet
- N = Körper direkt mit Betriebserde verbunden, z. B. im Sternpunkt

Dritter Buchstabe Anordnung des N- und PE-Leiters im TN-System:
- S = N- und PE-Leiterfunktionen durch getrennte (separate) Leiter
- C = N- und PE-Leiterfunktionen in einem (zentralen) Leiter

4 Im Bereich Elektrotechnik tätige Personen

Die fachlichen Anforderungen an Personen, die elektrotechnische Arbeiten ausführen, werden in verschiedenen Vorschriften und VDE-Bestimmungen festgelegt, insbesondere in

- Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV B 3),
- VDE 0105-100 „Betrieb von elektrischen Anlagen“ und
- VDE 1000-10 „Anforderungen an die im Bereich der Elektrotechnik tätigen Personen“.

Unternehmer/Vorgesetzte

Die erste und oberste Pflicht zur Unfallverhütung im Betrieb liegt immer beim Unternehmer. Er hat dafür zu sorgen, dass seine Beschäftigten vor Schäden an Leib und Leben bewahrt werden.

Der Unternehmer ist verantwortlich für

- Bereitstellung von und Entscheidung über Geldmittel,
- Auswahl der leitenden Mitarbeiter sowie
- Grundsatzentscheidungen über Sicherheitspolitik, Sicherheitsorganisation und Einrichtungen zur Sicherheit.

Zu den Unternehmerpflichten zählen beispielsweise:

- Sicherstellen, dass nur ausreichend qualifizierte Mitarbeiter elektrotechnische Arbeiten durchführen.
- Erstellen von Arbeitsanweisungen für die Durchführung elektrotechnischer Arbeiten.
- Organisation des elektrotechnischen Bereiches.
- Festlegen des Aufgaben- und Kompetenzbereiches der Mitarbeiter je nach Art der durchzuführenden Tätigkeiten.

Bestimmte Unternehmerpflichten können auf betriebliche Vorgesetzte übertragen werden. Dies kann durch Einzelauftrag oder arbeitsplatzbezogen, z. B. durch Stellenbeschreibung, erfolgen.

Vorgesetzte können demnach verantwortlich sein für

- die Durchführung von Maßnahmen zur Arbeitssicherheit,
- das Erstellen von Anweisungen zur Arbeitssicherheit,
- die Motivation zur Arbeitssicherheit,
- Aufsicht und Kontrolle,
- Meldungen an den nächsten Vorgesetzten

  und
- die Gefahrenabwehr im Einzelfall.

Jeder Vorgesetzte muss sich vergewissern, dass sein Mitarbeiter für die vorgesehenen Tätigkeiten u. a.

- die notwendige fachliche Qualifikation und
- die körperliche und geistige Eignung

besitzt.

Die Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1) führt dazu im § 7 „Befähigung für Tätigkeiten“ Folgendes aus:

(1) *Bei der Übertragung von Aufgaben auf Versicherte hat der Unternehmer je nach Art der Tätigkeiten zu berücksichtigen, ob die Versicherten befähigt sind, die für die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Aufgabenerfüllung zu beachtenden Bestimmungen und Maßnahmen einzuhalten.*

(2) Der Unternehmer darf Versicherte, die erkennbar nicht in der Lage sind, eine Arbeit ohne Gefahr für sich oder andere auszuführen, mit dieser Arbeit nicht beschäftigen.

Zum Nachweis der Befähigung kann der Unternehmer berufliche Qualifikationen, bereits gesammelte Berufspraxis und Erfahrungswerte (Zeugnisse etc.), Sachkunde und besondere Einweisung und Unterweisung heranziehen.

Jedem Versicherten muss außerdem genügend Einarbeitungszeit unter Beobachtung des Vorgesetzten eingeräumt werden, um die Befähigung nachzuweisen. Des Weiteren muss in regelmäßigen Abständen die Aktualität der Befähigung überprüft und sichergestellt werden.

Der Unternehmer/Vorgesetzte muss sicherstellen, dass nur solche Mitarbeiter mit elektrotechnischen Arbeiten betraut werden, die über die notwendige Qualifikation verfügen.

Elektrofachkraft

Eine Elektrofachkraft darf nur in **denjenigen Teilgebieten/Arbeitsgebieten der Elektrotechnik** Fachverantwortung tragen und elektrotechnische Arbeiten ausführen, für die sie die

- fachliche Ausbildung,
- Kenntnisse und Erfahrungen und
- Kenntnisse der einschlägigen Bestimmungen

besitzt, um die ihr übertragenen Arbeiten beurteilen, mögliche Gefahren erkennen und die notwendigen Schutzmaßnahmen festlegen zu können.

Die Forderung nach einer fachlichen Ausbildung ist in der Regel durch den Abschluss einer anerkannten elektrotechnischen Fachausbildung oder einer für die vorgesehenen Aufgaben vergleichbaren elektrotechnischen Qualifikation erfüllt.

Die geforderten Kenntnisse und Erfahrungen werden durch eine zeitnahe berufliche Tätigkeit in dem jeweiligen Teilgebiet der Elektrotechnik erreicht.

Unter dem Begriff „Kenntnisse der einschlägigen Bestimmungen“ sind in erster Linie die entsprechenden VDE-Bestimmungen, staatliche Rechtsvorschriften und Unfallverhütungsvorschriften zu verstehen.

Der Begriff „Elektrofachkraft“ ist keine Berufsbezeichnung, sondern stellt per Definition die Befähigung, das Vermögen und die Fertigkeit des Mitarbeiters dar,

elektrotechnische Arbeiten in einem bestimmten Bereich der Elektrotechnik eigenverantwortlich und selbstständig durchführen zu können.

In welchem Arbeitsbereich der Mitarbeiter dazu befähigt ist, kann insbesondere entsprechenden Qualifizierungsnachweisen, Zertifikaten, Abschlüssen und Arbeitszeugnissen entnommen werden.

Das Denkmodell der „Elektrofachkraft-Qualle“ veranschaulicht bildhaft, welchen dynamischen Veränderungen die Arbeitsgebiete, in denen ein Mitarbeiter Elektrofachkraft ist, durch verschiedene Ausbildungen und die Ausübung praktischer Tätigkeiten unterliegen können. Es wird deutlich, dass alle drei Punkte der Definition der Elektrofachkraft unmittelbar Einfluss haben, für welche Arbeitsgebiete der Mitarbeiter Elektrofachkraft ist.

Die Elektrofachkraft trägt immer Fachverantwortung, d. h. sie steht für das fachliche Ergebnis der von ihr verantworteten elektrotechnischen Arbeiten ein. Falls die Elektrofachkraft zusätzlich mit der Leitung und Aufsicht unterstellter Personen betraut wird, ist sie für die Führung dieser Personen sowie der fachlich korrekten und sicheren Durchführung der Arbeiten verantwortlich.

Bild 4-1: Denkmodell „Elektrofachkraft-Qualle“ nach einer elektrotechnischen Berufsausbildung

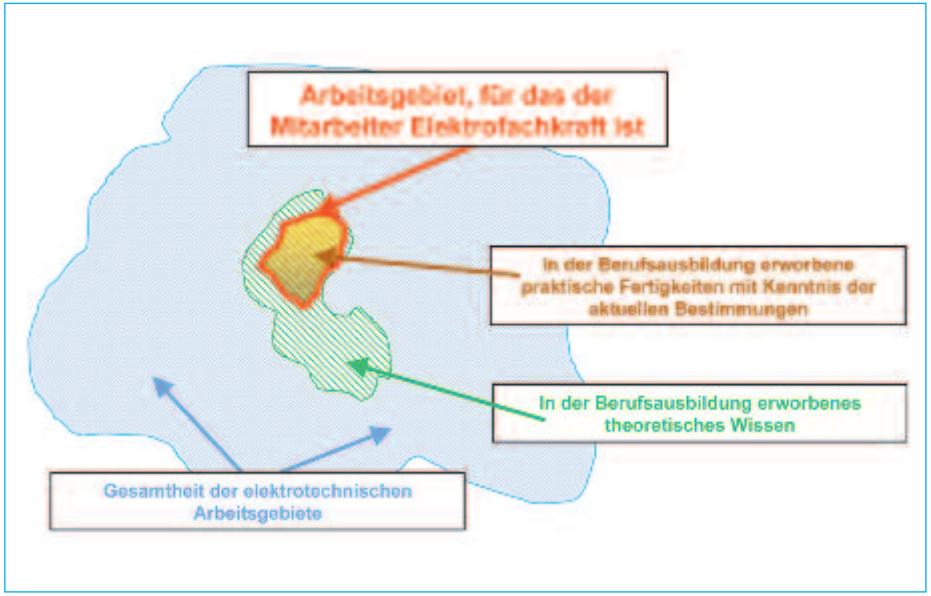
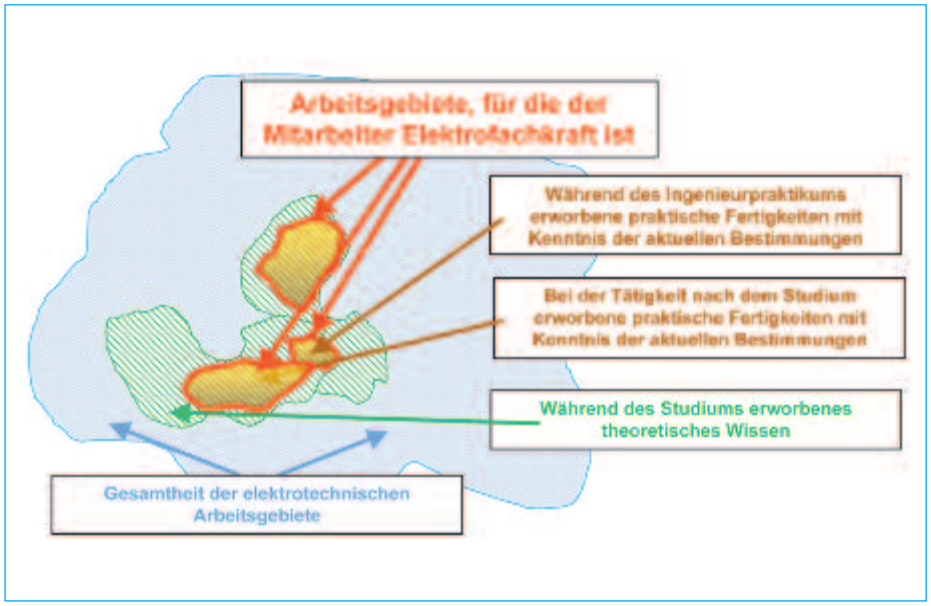

Arbeitsgebiet, für das der Mitarbeiter Elektrofachkraft ist
In der Berufsausbildung erworbene praktische Fertigkeiten mit Kenntnis der aktuellen Bestimmungen
In der Berufsausbildung erworbenes theoretisches Wissen
Gesamtheit der elektrotechnischen Arbeitsgebiete

Bild 4-2: Denkmodell „Elektrofachkraft-Qualle“ nach Berufsausbildung, elektrotechnischem Studium und nachfolgender praktischer Tätigkeit


Arbeitsgebiete, für die der Mitarbeiter Elektrofachkraft ist
Während des Ingenieurpraktikums erworbene praktische Fertigkeiten mit Kenntnis der aktuellen Bestimmungen
Bei der Tätigkeit nach dem Studium erworbene praktische Fertigkeiten mit Kenntnis der aktuellen Bestimmungen
Während des Studiums erworbenes theoretisches Wissen
Gesamtheit der elektrotechnischen Arbeitsgebiete

Verantwortliche Elektrofachkraft

Für die verantwortliche fachliche Leitung eines elektrotechnischen Betriebes oder Betriebsteiles ist nach VDE 1000-10 eine verantwortliche Elektrofachkraft erforderlich, welche als Elektrofachkraft grundsätzlich eine erfolgreich abgeschlossene Ausbildung zum staatlich geprüften Techniker/zur staatlich geprüften Technikerin, zum Industriemeister/zur Industriemeisterin, zum Handwerksmeister/zur Handwerksmeisterin, zum Diplomingenieur/zur Diplomingenieurin, Bachelor oder Master absolviert hat.

Eine verantwortliche Elektrofachkraft übernimmt zusätzlich zur Fachverantwortung die Aufsichtsverantwortung.

Dies wird notwendig, wenn neben den Arbeiten vor Ort im Zusammenhang mit den elektrotechnischen Arbeiten zusätzlich Aufgaben erforderlich sind, wie

- Planen, Projektieren, Konstruieren,
- Organisieren der Arbeiten,
- Festlegen der Arbeitsverfahren,
- Auswählen der geeigneten Arbeits- und Aufsichtskräfte,

- Bekanntgeben und Erläutern der einschlägigen Sicherheitsfestlegungen,
- Festlegen der zu verwendenden Werkzeuge und Hilfsmittel,
- Durchführen notwendiger Schulungsmaßnahmen und
- Kontrolle von Arbeitsabläufen durch Stichproben oder Erfolgskontrollen.

Eine verantwortliche Elektrofachkraft unterliegt hinsichtlich der Einhaltung der elektrotechnischen Sicherheitsmaßnahmen keinen fachlichen Weisungen. Für die elektrische Sicherheit ist nur die verantwortliche Elektrofachkraft und nicht ein ausschließlich disziplinarischer Vorgesetzter verantwortlich. Sie muss vom Unternehmer im Rahmen der Pflichtenübertragung schriftlich bestellt werden. Ein mögliches Bestellschreiben ist beispielhaft für verschiedene Aufgaben als Muster im Anhang 2 angefügt.

Elektrotechnisch unterwiesene Person

Elektrotechnisch unterwiesene Personen dürfen eigenverantwortlich keine Arbeiten an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln ausführen. Sie dürfen nur die Arbeiten ausführen, für die sie eine fachgerechte Einweisung erhalten haben. Bei diesen Arbeiten müssen sie die vermittelten Maßnahmen und Verhaltensregeln anwenden.

Elektrotechnische Arbeiten dürfen grundsätzlich nur unter Leitung und Aufsicht einer Elektrofachkraft durchgeführt werden.

Leitung und Aufsicht durch eine Elektrofachkraft bedeutet die Wahrnehmung der Führungs- und Fachverantwortung, insbesondere für folgende Tätigkeiten:

- das Unterrichten elektrotechnisch unterwiesener Personen,
- das Überwachen der ordnungsgemäßen Errichtung, Änderung und Instandhaltung elektrischer Anlagen und Betriebsmittel,
- das Anordnen, Durchführen und Kontrollieren der zur jeweiligen Arbeit erforderlichen Sicherheitsmaßnahmen, einschließlich des Bereitstellens von Sicherheitseinrichtungen,
- das Durchführen der zur jeweiligen Arbeit notwendigen Sicherheitsmaßnahmen, ggf. das Durchführen und Kontrollieren getroffener Sicherheitsmaßnahmen,
- das Unterweisen von Hilfskräften über sicherheitsgerechtes Verhalten, erforderlichenfalls das Einweisen,
- das Überwachen der Arbeiten und der Arbeitskräfte, z. B. bei nicht elektrotechnischen Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile, erforderlichenfalls das Beaufsichtigen.

5 Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel

Die Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3) verlangt, dass

- der Unternehmer elektrische Anlagen und Betriebsmittel nur von einer Elektrofachkraft bzw. unter deren Leitung und Aufsicht den elektrotechnischen Regeln entsprechend errichten, ändern oder instand halten lässt und
- elektrische Anlagen und Betriebsmittel den elektrotechnischen Regeln entsprechend betrieben werden.

Voraussetzungen hierfür sind insbesondere die Auswahl geeigneter Personen und deren regelmäßige, mindestens jährliche arbeitsplatzbezogene Unterweisung, die Planung und Ausführung elektrischer Anlagen nach DIN VDE 0100 „Elektrische Anlagen in Gebäuden“ sowie die Bereitstellung geeigneter Schutzvorrichtungen, persönlicher Schutzausrüstungen und Hilfsmittel (Bild 5-1).

Achtung:
Bei Anlagen über 1 kV bestand nach DIN VDE 0101 eine Nachrüstpflicht bis zum 31. Oktober 2000 zum Schutz gegen Störlichtbogen beim Bedienen. Gemäß Abschnitt 4.4 müssen nachstehende oder gleichwertige Maßnahmen getroffen werden:

- Lasttrennschalter anstelle von Trennschaltern,
- Schaltfehlerschutz für Trenn- und Erdungsschalter,
- Bedienung der Anlage aus sicherer Entfernung und
- Einbau von Lichtbogenleitflächen, Lichtbogenfenstern, Vollwandtüren und Trennwänden.

Treten bei elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln Mängel auf, so sind diese unverzüglich zu beseitigen. Bei dringender Gefahr muss dafür gesorgt werden,

Bild 5-1: Die Einrichtungen für sicheres Arbeiten in elektrischen Anlagen (Schutzvorrichtungen, Körperschutzmittel, Hilfsmittel) sind bereitzustellen und zu benutzen

dass die Anlage oder das Betriebsmittel im mangelhaften Zustand nicht mehr verwendet wird.

Hinsichtlich der Verantwortung für den Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel sowie für die Durchführung von Arbeiten wird wie folgt unterschieden:

- Anlagenverantwortlicher ist der Unternehmer oder eine von ihm beauftragte Person, welche die unmittelbare Verantwortung für den Betrieb der elektrischen Anlagen trägt.
- Arbeitsverantwortlicher ist der Unternehmer oder eine von ihm beauftragte Person, welche die unmittelbare Verantwortung für die Durchführung von Arbeiten trägt.

5.1 Arbeitsmittel

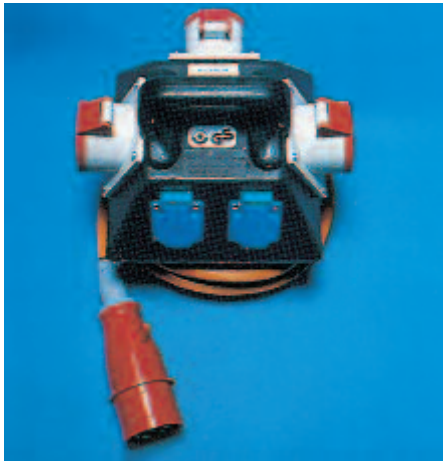
Nach dem Geräte- und Produktsicherheitsgesetz (GPSG) darf der Hersteller oder Einführer von technischen Arbeitsmitteln diese nur in den Verkehr bringen, wenn sie so beschaffen sind, dass Benutzer oder Dritte bei ihrer bestimmungsgemäßen Verwendung gegen Gefahren aller Art für Leben und Gesundheit so weit geschützt sind, wie es die Art der bestimmungsgemäßen Verwendung gestattet.

Der Unternehmer darf nur sicherheitstechnisch einwandfreie Einrichtungen beschaffen. Diese Einrichtungen dürfen nur in einem sicherheitstechnisch einwandfreien Zustand benutzt werden.

Den sicherheitstechnischen Erfordernissen entsprechende elektrische Betriebsmittel sind in vielen Fällen bereits „rein äußerlich“ durch das an dem Arbeitsmittel angebrachte „CE- und/oder GS-Zeichen“ zu erkennen (Bild 5-2).

Elektrische Betriebsmittel zur Verwendung bei einer Nennspannung von 50 bis 1000 V Wechselspannung bzw. 75 bis 1500 V Gleichspannung fallen unter den Geltungsbereich der EG-Niederspannungsrichtlinie, die durch die erste Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz in nationales Recht umgesetzt wurde. Darüber hinaus unterliegen elektrische Maschinen auch der EG-Maschinenrichtlinie, die durch die 9. Verordnung zum Geräte- und Produktsicherheitsgesetz in nationales Recht umgesetzt wurde.

Bild 5-2: Steckdosenverteiler mit „GS-Zeichen“, erteilt von der Prüf- und Zertifizierungsstelle des Fachausschusses „Elektrotechnik“



Elektrische Betriebsmittel unterliegen deshalb einer internen Fertigungskontrolle. Zu diesem Zweck stellt der Hersteller, sein Bevollmächtigter oder die Person, die für das Inverkehrbringen des Produktes verantwortlich ist, die technischen Unterlagen gemäß Anhang zu diesen EG-Richtlinien zusammen. Diese Unterlagen müssen eine Bewertung der Übereinstimmung der elektrischen Betriebsmittel mit den Anforderungen der Richtlinien ermöglichen und sind zur Einsichtnahme durch nationale Behörden bereitzuhalten. Der Hersteller bescheinigt die Übereinstimmung durch eine Konformitätserklärung und bringt das CE-Zeichen an dem Produkt an (Bild 5-3).

Neben der zwingend erforderlichen CE-Kennzeichnung ist auch weiterhin die Erlangung eines GS-Zeichens – Geprüfte Sicherheit – möglich, das vom Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung eingeführt wurde. An dem GS-Zeichen lässt sich auch die Prüfstelle erkennen, von der die Prüfung auf Arbeitssicherheit durchgeführt wurde (Bilder 5-4 bis 5-6).

Bild 5-3: CE-Kennzeichen in der EU für richtlinienkonforme Produkte

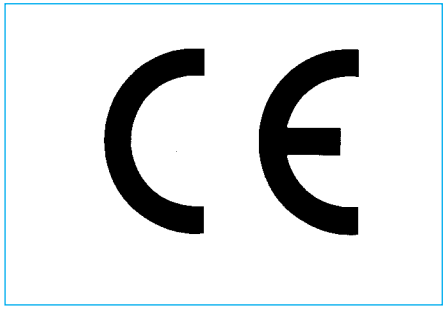


Bild 5-4: „GS-Zeichen“, erteilt von der Prüfstelle des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.

Bild 5-5: Gütezeichen des VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V. für ein elektrisches Betriebsmittel, erteilt vom VDE-Prüf- und Zertifizierungsinstitut

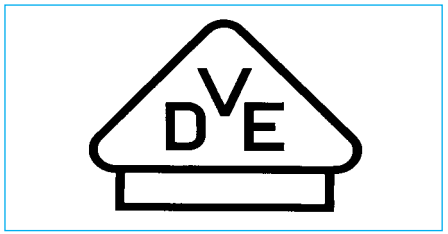


Bild 5-6: „GS-Zeichen“, erteilt von einer Prüf- und Zertifizierungsstelle der Berufsgenossenschaften

5.2 Isolierende Schutzvorrichtungen, Werkzeuge und persönliche Schutzausrüstungen

Benutzen Sie für alle Arbeiten an oder in der Nähe unter Spannung stehender Teile die für die jeweilige Arbeit erforderlichen

- **isolierenden persönlichen Schutzausrüstungen,**
- **isolierenden Schutzvorrichtungen und**
- **isolierten Geräte (Werkzeuge).**

Die Schutzmittel müssen u. a. das Herkunftszeichen des Herstellers und den Isolator als Sonderkennzeichen tragen (Bild 5-7).

Isoliermatten zur Standortisolierung müssen mindestens 2,5 mm dick sein; die Mindestgröße beträgt 1 m x 1 m. Für die Abdeckung von Anlagenteilen eignen sich Abdecktücher aus Gummi oder Kunststoff (Bild 5-8); sie müssen geschmeidig und mindestens 0,5 mm dick sein.

Für die Abdeckung von Isolatoren haben sich Isolierstoffkappen (Bild 5-9) – Mindestdicke auch hier 1 mm – bewährt; sie müssen so fest aufsitzen, dass sie auch bei zufälligem Anstoßen nicht herunterfallen.

Zum Abdecken von Leitungen empfehlen sich Gummiprofilstücke und Kunststofftücher mit Klettverschluss (Bilder 5-8 und 5-10).

Isolierende Schutzkleidung soll einen gefährlichen Stromübertritt von unter Spannung stehenden Teilen auf den menschlichen Körper verhindern.

Bild 5-7: Sonderkennzeichen für isolierende Schutzvorrichtungen, Schutzkleidung und isolierte Werkzeuge bis 1000 Volt

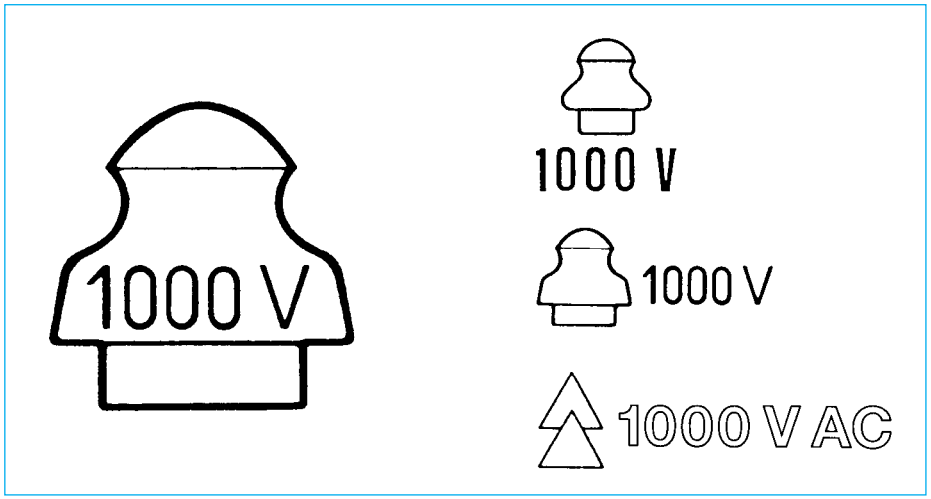


Bild 5-8: Kunststofftücher mit Klettverschluss zum Abdecken von Leitungen und Isolatoren

Der isolierende Schutzanzug besteht aus Jacke, Hose und Kopfbedeckung; er muss leicht sein – Höchstgewicht 3,5 kg – und sich dem Körper gut anpassen. Für

Bild 5-9: Isolierstoffkappen zum Abdecken von Isolatoren

Bild 5-10: Profilstücke aus Weichgummi zum Abdecken von Freileitungen

bestimmte Arbeiten ist als isolierende Kopfbedeckung auch der Schutzhelm in der Ausführung E für Elektriker nach DIN 4840 zulässig.

Bei Lichtbogengefahr schützt ein Gesichtsschutz Gesicht, einschließlich der Ohren, vor Hitzeeinwirkungen und Metallspritzern. Nach § 5 Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3) muss isolierende Schutzbekleidung alle sechs Monate durch eine Elektrofachkraft auf sicherheitstechnisch einwandfreien Zustand geprüft werden. Sie ist außerdem vor jeder Benutzung auf äußerlich erkennbare Mängel zu überprüfen.

Zur Vermeidung von Brandverletzungen durch Störlichtbogen wird das Tragen von Baumwollbekleidung nach DIN 66083 empfohlen.

Als isolierte Werkzeuge gelten Schraubwerkzeuge, einschließlich Gegenhalter, Zangen, Kabelscheren, Kabelschneider und Kabelmesser.

Es wird unterschieden zwischen voll- und teilisolierten Werkzeugen. Als vollisolierte Werkzeuge gelten solche aus Isolierstoff oder aus leitfähigem Werkstoff mit Isolierstoffüberzug (Bild 5-11). Hierbei darf bei Ringschlüsseln nur die Stirnfläche, bei Steckschlüsseln nur die Auflageflächen und bei den übrigen Werkzeugen nur der unmittelbar auf das zu bearbeitende Werkstück einwirkende Teil ohne Isolierung sein.

Bei den teilisolierten Werkzeugen sind anwendungsbedingt größere Flächen blank, z. B. Kombi-Zangen. Diese Werkzeuge sind weniger sicher. Daher stets vollisoliertes Werkzeug bevorzugen, also statt Kombi-Zange Maul-, Ring- oder Steckschlüssel.

Bild 5-11: Vollisolierter Einmaulschlüssel nach DIN VDE 0682 Teil 201 für Arbeiten bis 1000 V Wechselstrom bzw. 1500 V Gleichstrom

5.3 Elektrotechnische Arbeiten

Mit elektrotechnischen Arbeiten darf erst begonnen werden, wenn Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag, Kurzschlüsse und Störlichtbogen durchgeführt sind. Es werden unterschieden:

- Arbeiten im spannungsfreien Zustand,
- Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile und
- Arbeiten unter Spannung.

5.3.1 Arbeiten im spannungsfreien Zustand

An unter Spannung stehenden aktiven Teilen elektrischer Anlagen und Betriebsmittel darf im Regelfall nicht gearbeitet werden. Daher ist vor Beginn der Arbeiten der spannungsfreie Zustand herzustellen und für die Dauer der Arbeiten sicherzustellen.

Dies geschieht durch Einhaltung der fünf Sicherheitsregeln.

Vor Beginn der Arbeiten:

- **Freischalten**
- **Gegen Wiedereinschalten sichern**
- **Spannungsfreiheit feststellen**
- **Erden und kurzschließen**
- **Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken**

Diese fünf Regeln für sicheres Arbeiten sind lebenswichtig. Im Allgemeinen sind die fünf Sicherheitsregeln in der angegebenen Reihenfolge einzuhalten. Durch die Bauform der Anlage kann sich jedoch eine andere Reihenfolge ergeben. Dies kann z. B. bei ferngesteuerten oder verriegelten Anlagen der Fall sein. Die Reihenfolge der fünf Sicherheitsregeln ist jedoch stets so zu wählen, dass keine Gefährdung auftreten kann. Stets ist mit dem Freischalten zu beginnen.

Die fünf Sicherheitsregeln gelten grundsätzlich für Starkstromanlagen unabhängig von der Spannungshöhe. Es bestehen für Anlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt einige Erleichterungen.

An elektrischen Anlagen dürfen selbstständig nur **Elektrofachkräfte** arbeiten. Sie können die ihnen übertragenen Arbeiten beurteilen, mögliche Gefahrenquellen erkennen und geeignete Sicherheitsmaßnahmen treffen.

Elektrotechnisch **unterwiesene Personen** dürfen nur unter Aufsicht und Leitung einer **Elektrofachkraft** arbeiten.

Arbeiten mehrere Personen gemeinsam, so muss vorher eine zuverlässige, mit der Arbeit und den Gefahren vertraute Person als Arbeitsverantwortlicher bestimmt werden.

Der Arbeitsverantwortliche hat dafür zu sorgen, dass die für die Sicherheit des Arbeitsplatzes notwendigen Maßnahmen getroffen werden. Er hat sich bei den für die Freischaltung der Arbeitsstelle Verantwortlichen zuverlässig über den

Schaltzustand, z. B. anhand eines Schaltplanes, zu unterrichten und dem für die Freischaltung zuständigen Bedienpersonal von den Arbeiten Kenntnis zu geben.

5.3.1.1 Freischalten

Alle Leitungen, die Spannung an eine Arbeitsstätte heranführen, müssen vor Beginn der Arbeiten abgeschaltet werden! An eine Arbeitsstelle kann, beispielsweise bei Ringleitungen, bei vermaschten Verteilungssystemen oder über Messleitungen, von mehreren Seiten Spannung kommen.

Bei Beleuchtungsanlagen schaltet der übliche Schalter nur einen Leiter ab. Bei Wechselschaltern kann sogar bei ausgeschalteter Beleuchtung an beiden Zuleitungen zur Leuchte die volle Netzspannung gegen Erde anstehen. Daher sind bei Arbeiten an Beleuchtungsanlagen die Leitungsschutzschalter auszuschalten, Sicherungseinsätze oder einschraubbare Leitungsschutzschalter herauszunehmen.

Hat der Arbeitende nicht selbst freigeschaltet oder sind mehrere Personen gemeinsam tätig, muss die schriftliche, fernschriftliche, fernmündliche oder mündliche Bestätigung der Freischaltung abgewartet werden. Um Hörfehler zu vermeiden, sind mündliche oder telefonische Meldungen von der aufnehmenden Stelle zu wiederholen und die Gegenbestätigung abzuwarten. In allen Fällen sind dabei Namen, erforderlichenfalls Dienststelle oder Betrieb der Meldenden anzugeben und von der Gegenseite zu wiederholen. Längere Meldungen werden zweckmäßigerweise sofort aufgeschrieben.

Bild 5-12: Elektrofachkraft beim Herausnehmen eines NH-Sicherungseinsatzes

Bild 5-13: NH-Sicherungsaufsteckgriffe mit Stulpe (DIN VDE 0680-4), Industrieschutzhelm nach DIN 4840 mit Gesichtsschutzschirm mit UV-Filterwirkung zum Schutz gegen Störlichtbogen (DIN EN 397)

Das Fehlen der Spannung ist kein ausreichender Beweis dafür, dass die Freischaltung vollzogen wurde.

Die Vereinbarung eines Zeitpunktes, ab dem die Anlage als freigeschaltet angesehen werden kann, ist nicht zulässig.

Nehmen Sie zum Einsetzen und Herausnehmen von NH-Sicherungseinsätzen nur NH-Sicherungsaufsteckgriffe mit Stulpe, tragen Sie dabei Gesichtsschutz und stellen Sie sich auf eine Isoliermatte (Bilder 5-12 und 5-13).

Bei HH-Sicherungen müssen die dafür bestimmten Sicherungszangen benutzt werden (Bild 5-14).

Bild 5-14: Wechsel einer HH-Sicherung mit vorschriftsmäßiger Sicherungszange

Achten Sie wegen der Lichtbogengefahr darauf, dass die Arbeitskleidung nicht aus schmelzbaren Kunstfasern besteht (Bild 5-15).

Kondensatoren ohne selbsttätige Entladungseinrichtung müssen nach dem Abschalten mit geeigneten Vorrichtungen, wie Entladestangen, entladen werden. Kondensatorbatterien nach dem Prüfen elementweise oder einzeln entladen.

Bild 5-15: Elektrofachkraft beim Öffnen eines Hochspannungstrenners

5.3.1.2 Gegen Wiedereinschalten sichern

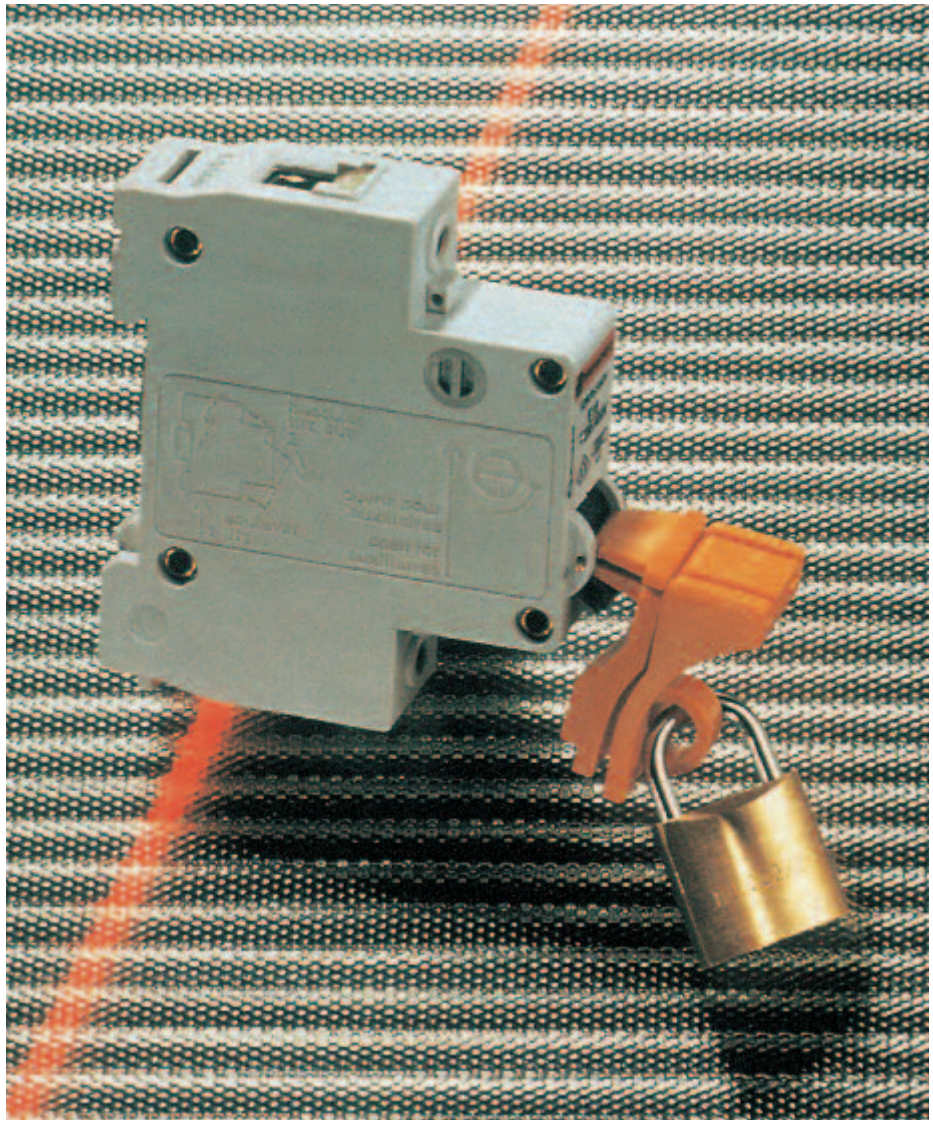
Schwere Unfälle können sich durch irrtümliches Wiedereinschalten ereignen, weil dann die Anlage, an der gearbeitet wird, plötzlich und unerwartet unter Spannung steht. Daher sind alle Trenn- und Betätigungsvorrichtungen, wie Schalter, Trennstücke, Steuerorgane, Schaltknöpfe, Sicherungen, Leitungsschutzschalter, die Spannung an die Arbeitsstelle bringen können, vor Beginn der Arbeiten gegen Wiedereinschalten, beispielsweise durch Abschließen mit einem Vorhängeschloss, zu sichern. Gleichzeitig ist ein Verbotsschild, das auf die Arbeiten hinweist, zuverlässig anzubringen (Bilder 5-16 und 5-17).

Verbotsschilder sind so zu befestigen, dass sie nicht abfallen können. Sie dürfen auch nicht an Teile angehängt werden, die unter Spannung stehen können. Besteht die Gefahr einer Berührung mit unter Spannung stehenden Teilen der Anlage, müssen Schild und Aufhängevorrichtung aus Isolierstoff sein.

Einschraubbare Leitungsschutzschalter oder Sicherungseinsätze zum Abtrennen der Leitungen müssen sicher verwahrt werden; man steckt sie am besten in die Tasche und nimmt sie zum Arbeitsplatz mit. Noch sicherer ist es, anstelle der herausgenommenen Sicherungseinsätze oder Leitungsschutzschalter isolierte und nur mit einem Spezialschlüssel zu entfernende Sperrelemente, z. B. Sperrstöpsel oder NH-Blind-

Bild 5-16: Gegen Wiedereinschalten gesicherter Hauptschalter

Bild 5-17: Leitungsschutzschalter mit Abschließvorrichtung sichert gegen Wiedereinschalten



elemente, einzuschrauben bzw. einzusetzen (Bild 5-18).

Schalter oder Schalterantriebe sind nach Möglichkeit zu verriegeln. Trennschalter können gegen unbeabsichtigtes oder selbsttätiges Wiedereinschalten, auch z. B. durch eingeschobene Isolierstoffplatten, gesichert werden.

Haben die Schalter Kraftantrieb – Druckluft, Strom, Feder –, sind vorhandene Einrichtungen zur Unterbrechung der Antriebskraft, wie Absperren der Druckluft, Entlüften der Rohrleitungen, Entkuppeln, Unterbrechen des Steuerstromes, zu benutzen.

Bei ferngesteuerten Schaltern in abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätten kann der Steuerstromkreis häufig nicht unterbrochen werden. In diesen Fällen kann bei entsprechender Auslegung der Übertragungseinrichtungen dann von der Sicherung gegen Wiedereinschalten am Einbauort abgesehen werden, wenn in der ferngesteuerten Anlage auf die Gefahren beim Betätigen des betreffenden Steuerschalters hingewiesen wurde, z. B. durch ein Verbotsschild mit Angabe der zuständigen Schaltwarte, und außerdem die Namen der für die Schalthandlungen zuständigen Personen angegeben sind.

Durch eine Betriebsanweisung muss ferner die eingeschränkte Schaltbefugnis dem zuständigen Personal bekannt gegeben werden.

Bild 5-18: Sperrelemente bringen mehr Sicherheit

5.3.1.3 Spannungsfreiheit feststellen

Feststellen bedeutet sicherstellen! Sollte noch Spannung anstehen, ist wieder mit der ersten Sicherheitsregel zu beginnen.

Untersuchungen haben eindeutig ergeben, dass sich die meisten schweren Unfälle nicht ereignet hätten, wenn vorher festgestellt worden wäre, ob die Arbeitsstelle spannungsfrei ist. Bei umfangreichen Schalt- und Verteilungsanlagen ist die Gefahr besonders groß, dass Schaltfelder verwechselt oder Überbrückungen und Querverbindungen übersehen werden.

Oft wird auch nicht daran gedacht, dass über Messleitungen, Mittelleiter, elektrische Geräte, Notstromaggregate oder durch Rücktransformierung und andere Möglichkeiten Spannung an die Arbeitsstätte gelangen kann.

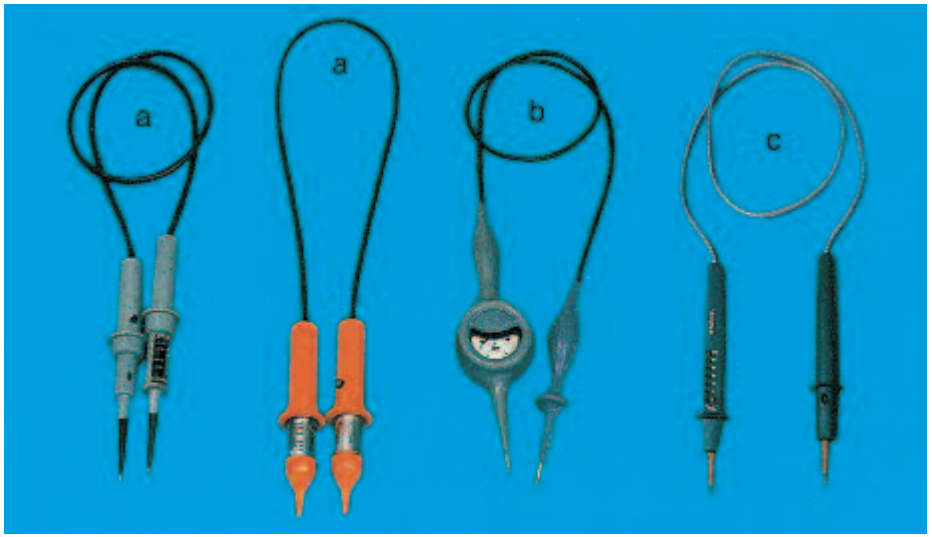
Stellen Sie vor Beginn der Arbeit deshalb unbedingt die Spannungsfreiheit an der Arbeitsstelle fest!

Das Feststellen der Spannungsfreiheit darf nur eine Elektrofachkraft oder eine elektrotechnisch unterwiesene Person vornehmen. Dabei sind geeignete Geräte oder Einrichtungen zu verwenden (Bild 5-19).

Dies sind z. B.:

- zweipolige Spannungsprüfer für Nennspannungen bis 1000 V (DIN VDE 0682 Teil 401),

Bild 5-19: Einige vorschriftsmäßige Spannungsprüfer;
a) mit Glimmlampen, b) mit Messgerät, c) mit Leuchtdioden- und Glimmlampenanzeige



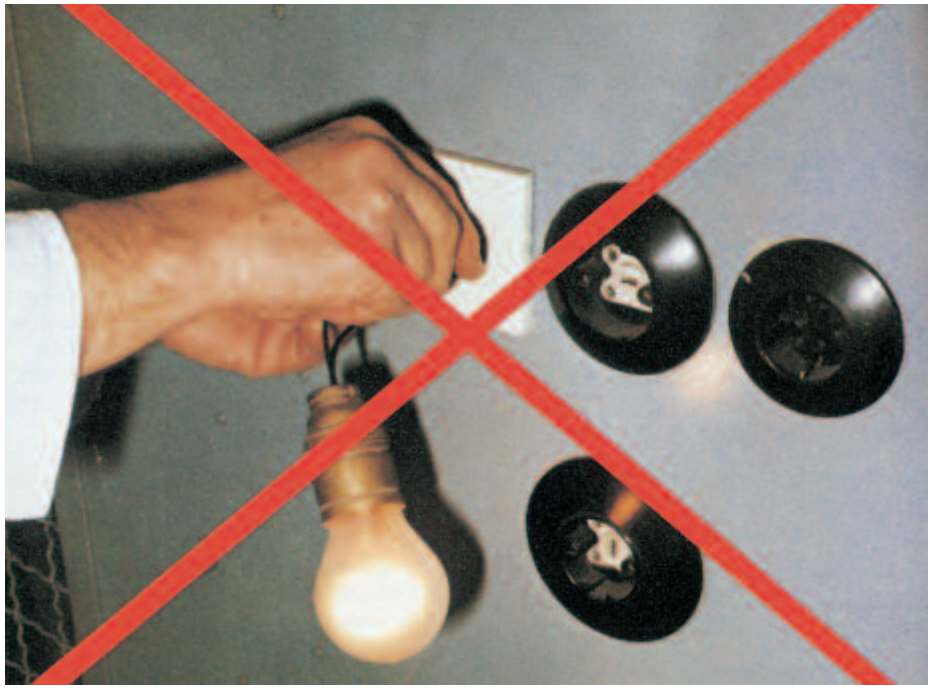
- einpolige Spannungsprüfer für Nennspannungen bis 250 V Wechselspannung (DIN VDE 0680 Teil 6),
- einpolige Spannungsprüfer für Nennspannungen über 1 kV (DIN VDE 0682 Teil 411),
- Kabelbeschussgeräte,
- Kabelschneidgeräte und
- Kabelauslesegeräte.

Stets muss allpolig – an jedem einzelnen Leiter – Spannungsfreiheit festgestellt werden.

Überzeugen Sie sich unbedingt vor dem Benutzen des Spannungsprüfers, dass er für den betreffenden Spannungsbereich zugelassen ist und einwandfrei funktioniert.

Achten Sie darauf, dass es sich bei den Spannungsprüfern um vorschriftsmäßige Geräte handelt. Neue vorschriftsmäßige Geräte sind z. B. leicht an dem „GS-Zeichen“ zu erkennen. Die Benutzung behelfsmäßiger Mittel oder gar das Prüfen mit dem Finger ist sehr gefährlich und daher verboten (Bild 5-20).

Bild 5-20: So darf die Spannungsfreiheit nicht festgestellt werden. Lebensgefahr!



Spannungsprüfer für Anlagen bis 1000 Volt

Zum sicheren Feststellen der Spannungsfreiheit und Potenzialfreiheit sind zweipolige Spannungsprüfer zu verwenden (Bild 5-21).

Dabei wird eine vorhandene Spannung durch eine aufleuchtende Glimmlampe, durch ein Messgerät oder durch eine Leuchtdiode angezeigt. Mit diesen Geräten lässt sich auch ungefähr die Größe der Spannung ermitteln.

Zum Feststellen der Spannungsfreiheit gibt es auch einpolige Geräte, die den VDE-Bestimmungen entsprechen. Bei ihrer Verwendung ist jedoch zu beachten, dass nur die Spannung – über den Menschen – gegen den Standort festgestellt werden kann. In ungeerdeten Netzen versagt deshalb diese Prüfmethode. Die Wahrnehmbarkeit der Anzeige wird durch ungünstige Beleuchtungsverhältnisse – z. B. an hellen Orten, im Freien – und bei ungünstigen Standorten – z. B. isolierenden Fußbodenbelägen – beeinträchtigt. Außerdem sind die einpoligen Spannungsprüfer nur bis 250 Volt gegen Erde zugelassen.

Die Elektrofachkraft wird bei Arbeiten an elektrischen Anlagen deshalb stets einen zuverlässigen zweipoligen Spannungsprüfer vorziehen.

Bild 5-21: Feststellen der Spannungsfreiheit an einem Elektroherd

Spannungsprüfer für Anlagen über 1 kV

Spannungsprüfer für Anlagen mit Nennspannungen über 1 kV sind einpolig (Bild 5-22). Sie zeigen vorhandene Span-

Bild 5-22: Feststellen der Spannungsfreiheit in einem Schaltfeld

nung durch Aufleuchten einer Lampe oder durch ein anderes optisches oder akustisches Signal an (Bilder 5-23 und 5-24). Die zweipoligen Geräte zum Phasenvergleich dürfen nicht als Spannungsprüfer verwendet werden.

Spannungsprüfer dürfen nur an Anlagen verwendet werden, deren Nennspannung in die auf dem Gerät angegebenen Grenzen fällt! Außerdem ist die auf dem Spannungsprüfer angegebene Anwendungsbeschränkung bzw. der Anwendungshinweis „Nur in Innenanlagen verwenden“, „Bei Niederschlägen nicht verwenden“, „Auch bei Niederschlägen verwendbar“, einzuhalten.

Bild 5-23: Spannungsprüfer mit Lampenanzeige für Innenanlagen

Auch muss die zu jedem Spannungsprüfer gehörende Betriebsanleitung beachtet werden; sie enthält u. a. folgende Angaben:

- Bedeutung der Anzeigesignale,
- Erklärung der Funktionsprüfung,
- Hinweis, dass die eindeutige Anzeige „Spannung vorhanden“ im Allgemeinen sichergestellt ist, wenn die Leiter-Erdspannung des zu prüfenden Anlagenteils mindestens 40 Prozent der Nennspannung des Spannungsprüfers beträgt und
- Hinweis, welche Teile des Spannungsprüfers vom Benutzer ausgewechselt werden dürfen und welche Kennwerte dafür eingehalten werden müssen.

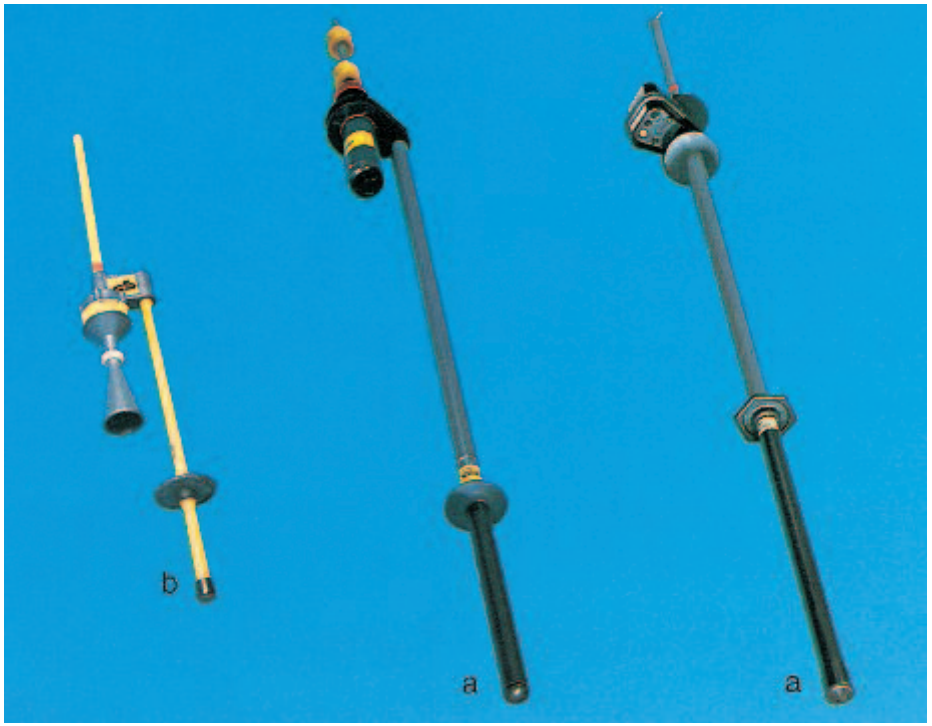
Spannungsprüfer mit Glimmlampenanzeige dürfen nur in Innenanlagen mit Beleuchtungsstärken bis 1 000 Lux verwendet werden.

In helleren Räumen und im Freien genügt die Leuchtkraft der Glimmlampen nicht mehr für eine sichere Wahrnehmbarkeit. Daher dürfen solche Spannungsprüfer dort nicht benutzt werden. Für diese Bereiche gibt es Spannungsprüfer mit Glühlampen oder Leuchtdioden oder mit akustischer Anzeige. Bei Geräten mit optischer Anzeige darf die Anzeige nicht allein durch das Licht verschiedener Farben wahrnehmbar gemacht werden, sondern sie muss zusätzlich noch weitere Merkmale, wie die räumliche Trennung der Lichtquellen, unterschiedliche Formen des Lichtsignals oder Blinklicht, aufweisen.

Nicht an jeder Arbeitsstelle kann die fehlerfreie Anzeige eines Spannungsprüfers überprüft werden. Schadhafte Anzeigegeräte können zu einer lebensgefährlichen Fehlanzeige führen. Aber auch dagegen kann man sich sichern. So gibt es z. B. Spannungsprüfer mit einer Eigenprüfvorrichtung. Das ist eine Vorrichtung innerhalb des Spannungsprüfers, mit der wichtige Funktionen des Anzeigegerätes ohne äußere Spannungsquelle geprüft werden können.

Besitzen Spannungsprüfer eingebaute Energiequellen, und das ist bei heute

Bild 5-24: Spannungsprüfer; a) mit optischer Anzeige, b) mit akustischer Anzeige



gebräuchlichen elektronischen Spannungsprüfern mit optischer oder akustischer Anzeige fast immer der Fall, so müssen sie bis zur Erschöpfung der Energiequellen eindeutig anzeigen, wenn nicht ihr Gebrauch durch selbsttätiges Abschalten oder durch Anzeige „nicht betriebsbereit“ begrenzt wird.

Die Spannungsfreiheit darf auch mit Messgeräten oder durch Einlegen fest eingebauter und dafür geeigneter Erdungseinrichtungen festgestellt werden.

Bei Kabeln lässt sich an der Arbeitsstelle das Feststellen der Spannungsfreiheit mit Spannungsprüfern nicht immer durchführen. Aus diesem Grund muss das freigeschaltete Kabel eindeutig bestimmt werden. Es darf vom Prüfen auf Spannungsfreiheit an der Arbeitsstelle abgesehen werden, wenn das freigeschaltete Kabel, z. B. durch Kabelauslesegeräte oder fest angebrachte Kabelmarkierungen, eindeutig ermittelt wird. Ist das nicht der Fall, dann ist vor Beginn der Kabelarbeiten ein geeignetes Kabelschneid- oder Kabelbeschussgerät einzusetzen. Zusätzlich sind organisatorische Maßnahmen zu treffen und die Unfallverhütungsvorschrift „Arbeiten mit Schussapparaten“ (BGV D 9) zu beachten.

Das alleinige Verwenden von Kabelplänen bei der Kabelauslese ist problematisch und hat in der Praxis schon häufig Unfälle verursacht.

5.3.1.4 Erden und Kurzschließen

Das Erden und Kurzschließen der Anlagenteile, an denen gearbeitet werden soll, dient dem unmittelbaren Schutz aller dort Beschäftigten gegen die Gefahren des elektrischen Stromes.

Die zum Erden und Kurzschließen verwendete Vorrichtung (Bild 5-25) ist stets zuerst mit der Erdungsanlage oder einem Erder und erst dann mit dem zu erdenden Anlagenteil zu verbinden, wenn nicht Erdung und Kurzschließung gleichzeitig, beispielsweise mit einem Erdungsschalter, durchgeführt werden!

Alle Vorrichtungen und Geräte zum Erden und Kurzschließen müssen so beschaffen sein, dass sie einen sicheren Kontakt mit der Erdungsanlage sowie mit den zu erdenden und kurzzuschließenden Anlagenteilen gewährleisten und dem Kurzschlussstrom bis zum Ausschalten standhalten.

Die Erdungsleitungen müssen symmetrisch sein, d. h. sie müssen gleiche Länge und gleichen Querschnitt haben.

Achtung!

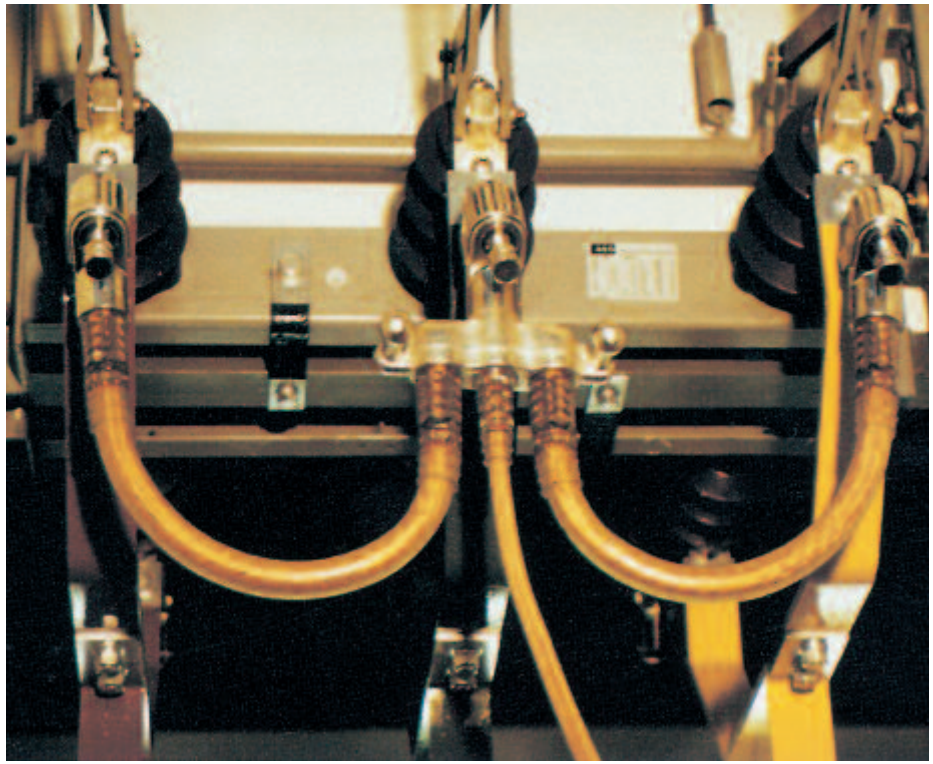
Bewegliche Erdungsleitungen können durch die starken Magnetfelder der Kurzschlussströme ausschlagen!

Stahlgerüste und -maste dürfen nur dann als Erdungs- und Kurzschließverbindung dienen, wenn sie den vorstehenden Bedingungen genügen.

Erdung und Kurzschließung müssen von der Arbeitsstelle aus sichtbar sein. Nur wenn dies nicht zweckmäßig ist, darf davon abgesehen werden; dann müssen sich aber die Stellen, an denen geerdet und kurzgeschlossen ist, in der Nähe der Arbeitsstelle befinden. **Bei Arbeiten an einer Unterbrechungsstelle ist zu ihren beiden Seiten** zu erden und kurzzuschließen oder die Unterbrechungsstelle kurzschlussfest zu überbrücken und auf einer Seite zu erden und kurzzuschließen. Dies gilt nicht nur für Schaltanlagen, sondern auch für Freileitungen. Hier werden die Vorrichtungen zum Erden und Kurzschließen im Regelfall am selben Mast, auf dem gearbeitet wird, angebracht.

Für die Dauer von Messungen darf die Erdung und Kurzschließung aufgehoben werden, falls es erforderlich sein sollte.

Bild 5-25: Erden und Kurzschließen nur mit ausreichend kurzschlussstromfester Leitungsgarnitur



Außer diesen allgemeinen Vorschriften gelten noch folgende, teils erleichternde, teils verschärfende Bestimmungen:

a) Anlagen mit Nennspannungen bis 1000 Volt

In diesen Anlagen, mit Ausnahme von Freileitungen, braucht nicht geerdet und kurzgeschlossen zu werden, wenn die Arbeitsstelle, z. B. durch Herausnehmen der Sicherungen, freigeschaltet, unbefugtes Wiedereinschalten sicher verhindert und der spannungsfreie Zustand festgestellt ist. Eine größere Sicherheit bietet immer das Erden und Kurzschließen.

An Freileitungen, ausgenommen schutzisolierte Freileitungen, müssen alle Leiter, einschließlich Mittelleiter sowie Schalt- und Steuerleitungen, in unmittelbarer Nähe der Arbeitsstelle möglichst geerdet, auf jeden Fall aber kurzgeschlossen werden.

Bei schutzisolierten Freileitungen darf vom Erden und Kurzschließen abgesehen werden, wenn diese freigeschaltet, gegen Wiedereinschalten gesichert und an der Arbeitsstelle der spannungsfreie Zustand festgestellt ist.

b) Anlagen mit Nennspannungen über 1 kV

Auf gute Kontaktgabe an den Erdungs- und Kurzschlussstellen muss geachtet werden. Dies kann z. B. auch durch entsprechend geformte Anschlussteile erreicht werden.

Bei Kabelarbeiten darf man vom Erden und Kurzschließen an der Arbeitsstelle absehen, doch muss dann an allen Ausschaltstellen geerdet und kurzgeschlossen werden. Bei Übergang von Kabel auf Freileitung ist an der Übergangsstelle zu erden und kurzzuschließen.

5.3.1.5 Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken

Besondere Vorsicht ist geboten, wenn Teile einer Anlage, in deren Nähe gearbeitet wird, unter Spannung bleiben müssen! Vergleiche hierzu Abschnitt 5.3.2 „Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile“.

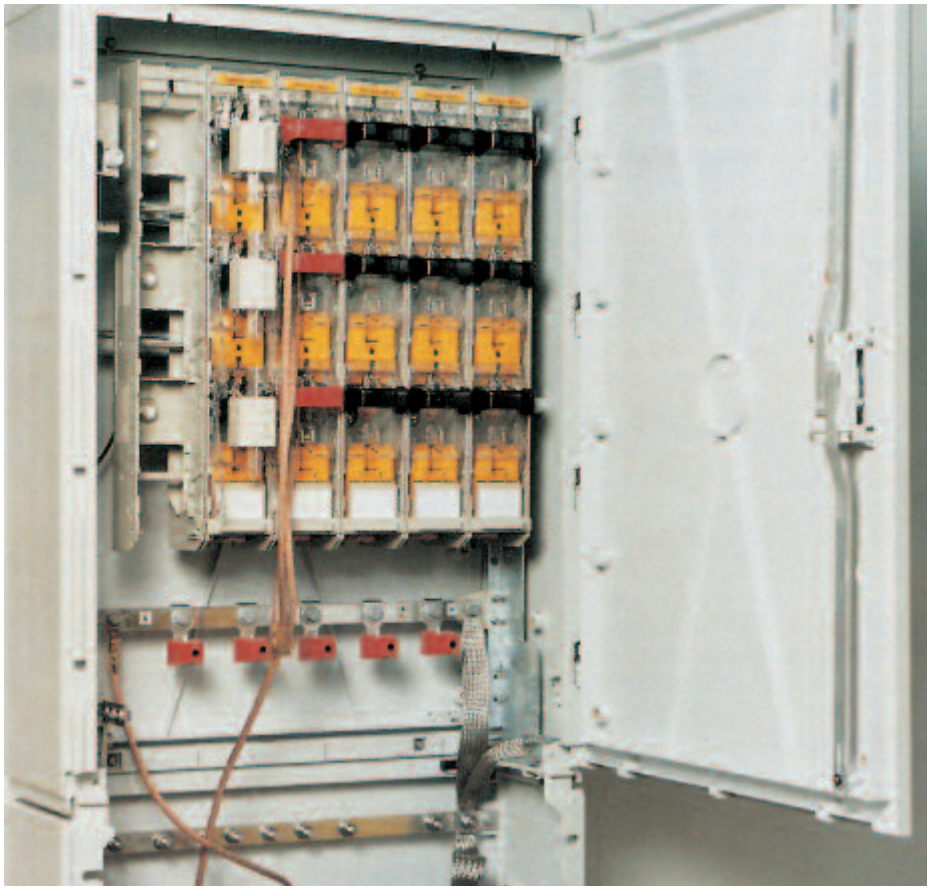
Die Gefahrenbereiche sind ausreichend und eindeutig zu kennzeichnen. Die Verwendung von Flaggen, Absperrseilen oder Flatterleinen haben sich hier gut bewährt.

Auch auf unter Spannung stehende Schaltfelder neben der Arbeitsstelle muss deutlich hingewiesen werden, z. B. durch vor den Türen befestigte Bretter oder eingehängte Warnkreuze.

In offenen Innenraum-Schaltanlagen ohne Zwischenwände sind die Schaltfelder, in denen gearbeitet wird, durch Einschiebwände oder -gitter von den Nachbarzellen zu trennen.

Alle unter Spannung stehenden Anlagenteile, die den Arbeitenden unmittelbar oder mittelbar – z. B. durch Werkzeuge, Werkstücke, Leitungsschienen, Baueisen, Leitern, Gerüstteile – gefährden, müssen abgedeckt sein, wenn die Anlage nicht freigeschaltet werden kann. Lässt sich eine Abdeckung nicht anbringen, so sind auch die benachbarten unter Spannung stehenden Teile unter Einhaltung der fünf Sicherheitsregeln spannungsfrei zu machen. Zu beachten sind auch die einer Berührung gleichzusetzenden Mindestabstände im Abschnitt „Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile“.

Bild 5-26: Benachbarte, unter Spannung stehende Teile sind – durch die Bauweise bedingt – isoliert



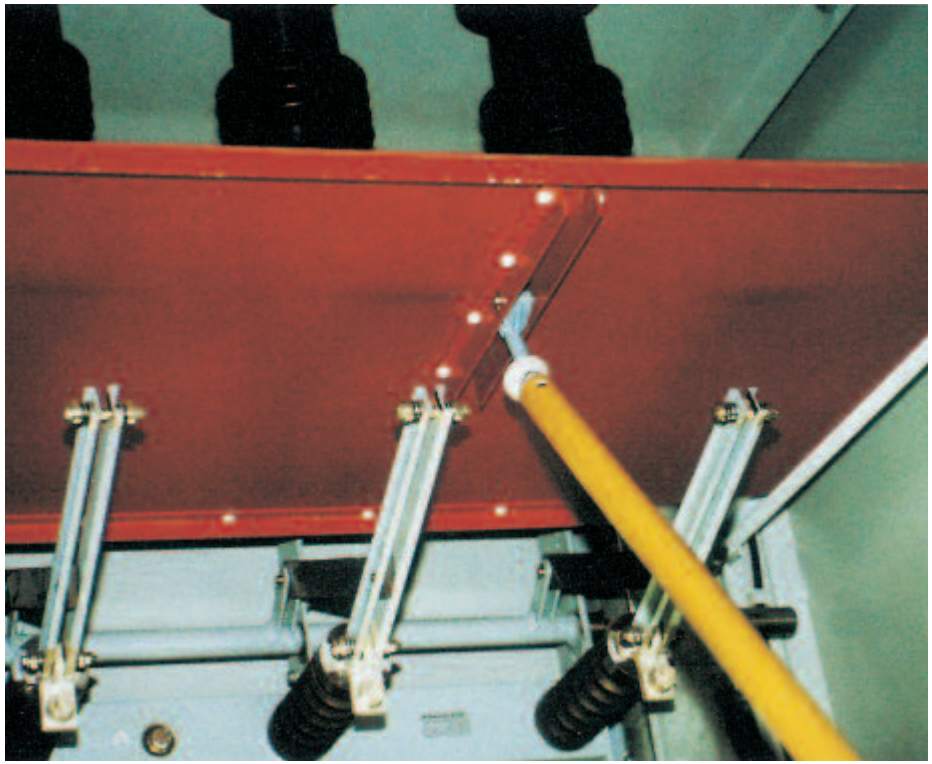
Abdeckungen müssen ausreichend isolierend und allen zu erwartenden mechanischen Beanspruchungen gewachsen sein.

In Hochspannungsanlagen müssen die in DIN VDE 0101 angegebenen Mindestabstände zwischen Abdeckungen und unter Spannung stehenden Teilen eingehalten werden.

Empfehlenswert sind z. B. Isolierstoffplatten (Bild 5-27), Bretterwände oder Schutzgitter. Besteht die Gefahr einer Berührung mit unter Spannung stehenden Anlagenteilen oder werden die vorher genannten Mindestabstände unterschritten, dann muss das Material unbedingt ausreichende elektrische Festigkeit besitzen.

Nach jeder Arbeit ist festzustellen, ob die elektrische Festigkeit durch mechanische oder elektrische Schädigungen gelitten hat.

Bild 5-27: Die isolierende Schutzplatte im geöffneten Trenner bietet Schutz gegen zufälliges Berühren



In Anlagen mit Nennspannungen bis 1 000 Volt dürfen aktive Teile mit Gummimatten oder isolierenden Formstücken nach DIN VDE 0680 abgedeckt werden; sie müssen so befestigt sein, dass sie nicht verrutschen können (Bild 5-28).

Das Anbringen von Abdeckungen auf unter Spannung stehenden Teilen ist als ein Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen anzusehen. Das bedeutet, dass der entsprechende Körperschutz getragen werden muss, es sei denn, es ist eine isolierende Handhabe am Abdeckmaterial vorhanden.

Bild 5-28: Anbringen einer Abdeckung auf unter Spannung stehenden Teilen. Nur zulässig bis 1 000 V

Sehr oft befinden sich in Schaltfeldern Trennschalter, die zum Freischalten von Anlageteilen bzw. zum Herstellen der erforderlichen Trennstrecke benutzt werden. Auf einer Seite stehen dann die Schaltstücke der Trenner mit ihren Zuleitungen unter Spannung. Zu ihrer Abdeckung lassen sich isolierende Schutzplatten in den geöffneten Trenner einschieben.

Führungsschienen an den Wänden der Schaltfelder erleichtern das Anbringen im notwendigen Abstand von den Schaltstücken, vermindern die Gefahr beim Anbringen der isolierenden Schutzplatten und schützen sie vor Beschädigungen.

Auch der Transport von Leitern oder größeren Gegenständen zum Arbeitsplatz kann zu Unfällen führen. Mechanische Leitern und ausziehbare, fahrbare Sprossenleitern müssen innerhalb elektrischer Anlagen unbedingt eingezogen und abgesenkt transportiert werden. Sind Leitern oder sperrige Gegenstände in der Nähe unter Spannung stehender Teile zu bewegen, muss ein mit den Gefahren vertrauter Arbeitsverantwortlicher entsprechende Schutzmaßnahmen treffen und die Arbeiten beaufsichtigen (siehe auch Abschnitt 5.3.2).

5.3.1.6 Freigabe zur Arbeit

Die Arbeitsstelle darf erst nach Durchführen aller fünf Sicherheitsregeln vom Arbeitsverantwortlichen zur Arbeit freigegeben werden, da sonst kein sicherer Schutz gegen elektrische Unfälle gewährleistet ist!

Bild 5-29: Die fünf Sicherheitsregeln

Fünf Sicherheitsregeln
Vor Beginn der Arbeiten:
— Freischalten
— Gegen Wiedereinschalten sichern
— Spannungsfreiheit feststellen
— Erden und kurzschließen
— Benachbarte, unter Spannung stehende Teile abdecken oder abschranken

5.3.1.7 Verhalten während der Arbeit

Mit der Arbeit darf erst begonnen werden, wenn der Arbeitsverantwortliche die Arbeitsstelle freigegeben hat.

Eigenmächtigkeit, Übereifer, Neugier und Leichtsinn haben schon häufig zu Unfällen geführt.

Führen Sie daher keine Arbeiten aus, für die Sie keinen Auftrag haben und beachten Sie die vom Arbeitsverantwortlichen gegebenen besonderen Gefahrenhinweise. Verlassen Sie den abgegrenzten Arbeitsbereich nur durch den hierfür vorgesehenen Ausgang.

Ein Arbeitsverantwortlicher ist immer zu bestimmen, wenn eine Arbeit von mehreren Personen gemeinschaftlich ausgeführt wird. Wenn Sie als Arbeitsverantwortlicher bestimmt sind, dürfen Sie nur dann mitarbeiten, wenn Sie Ihre Aufsichtsfunktion dadurch nicht beeinträchtigen.

Stellen Sie fest, dass eine Einrichtung sicherheitstechnisch nicht einwandfrei ist, beseitigen Sie den Mangel unverzüglich, wenn es mit zu Ihrer Arbeitsaufgabe gehört. Andernfalls melden Sie den Mangel sofort Ihrem Arbeitsverantwortlichen.

Unterbrechen Sie erforderlichenfalls die Arbeiten bis zur Instandsetzung der Einrichtung.

5.3.1.8 Unter-Spannung-Setzen nach beendeter Arbeit

Nach Abschluss aller Arbeiten werden die Sicherheitsmaßnahmen wieder aufgehoben. Zunächst sind alle Werkzeuge, Leitern, Hilfsgeräte usw. von den Arbeitsstellen und aus dem Gefahrenbereich zu entfernen. Erst wenn alle Personen den Gefahrenbereich verlassen haben, dürfen die Sicherheitsmaßnahmen aufgehoben werden.

Auch dabei darf niemand gefährdet werden.

Die Kurzschließung und Erdung wird zuerst an der Arbeitsstelle und anschließend an den übrigen Stellen, z. B. Ausschaltstellen, aufgehoben.

Die Reihenfolge ist genau umgekehrt wie vor Beginn der Arbeiten:
Beim Abbau zuerst Kurzschließung und dann erst Erdung beseitigen!

Achten Sie darauf, dass die Erdungs- und Kurzschließvorrichtung zuerst von den einzelnen Anlagenteilen, z. B. Leitungen oder Sammelschienen, und zuletzt von der Erdungsanlage gelöst wird. Dadurch bleibt die Erdungs- und Kurzschließvorrichtung frei von gefährlichen Spannungen, weil sie bis zuletzt an der Erdungsanlage angeschlossen ist.

Anlagenteile und Leitungen, die nicht mehr geerdet und kurzgeschlossen sind, gelten als unter Spannung stehend

und dürfen daher nicht mehr berührt werden.

Vor Beginn der Arbeiten entfernte Schutzverkleidungen und Sicherheitsschilder sind wieder ordnungsgemäß anzubringen.

Sicherheitsmaßnahmen an den Schaltstellen dürfen erst nach Freimeldung aller von der Schaltstelle abhängigen Arbeitsstellen aufgehoben werden.

Bei den Meldungen wird ebenso verfahren wie vor Beginn der Arbeiten beim Freischalten und Sichern der Anlage. In schriftlichen, fernschriftlichen und fernmündlichen oder mündlichen Meldungen sind Name und gegebenenfalls Dienststelle oder Betrieb des für die Freimeldung Verantwortlichen anzugeben.

Mündliche oder fernmündliche Meldungen sind von der aufnehmenden Stelle zu wiederholen, um Hörfehler zu vermeiden. Auch die Meldung, dass die Arbeitsstelle einschaltbereit ist, darf nur der Arbeitsverantwortliche abgeben.

Die Vereinbarung einer bestimmten Einschaltzeit ohne vorherige Freimeldung ist verboten.

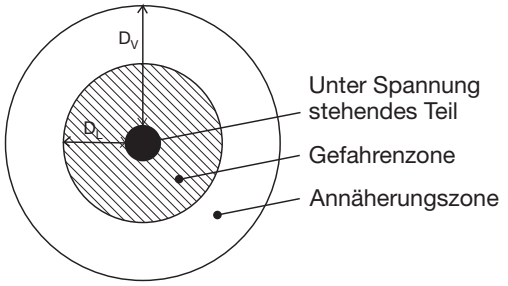
Die Anweisung zum Einschalten darf erst gegeben werden, wenn von allen Arbeitsstellen die Freimeldung der Anlage erfolgt und von sämtlichen Schaltstellen die Einschaltbereitschaft gemeldet worden ist.

5.3.2 Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile

Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender aktiver Teile sind Arbeiten, bei denen eine Person mit Körperteilen, Werkzeugen oder anderen Gegenständen in die Annäherungszone gelangt, ohne die Gefahrenzone zu erreichen (Bilder 5-30 und 5-31).

Da solche Arbeiten immer die Gefahr des zufälligen Berührens mit sich bringen, sollte vor Beginn der Arbeiten geprüft werden, ob nicht doch der spannungsfreie Zustand hergestellt und für die Dauer der Arbeit sichergestellt werden kann. Wenn dies nicht möglich ist, ist das Arbeiten bei Nennspannungen über 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung nur dann zulässig, wenn durch geeignete Maßnahmen sichergestellt ist, dass die Anlagenteile nicht berührt werden können oder die Gefahrenzone nicht erreicht werden kann.

Infrage kommen Schutzvorrichtungen, Abdeckung, Kapselung oder isolierende Umhüllung. Wenn dies nicht möglich ist, müssen die Schutzabstände für elektrotechnische Arbeiten (Bild 5-32 auf Seite 52) und für nicht elektrotechnische Arbeiten (Bild 5-56 auf Seite 78) eingehalten werden.



D_L: Abstand, der die äußere Grenze der Gefahrenzone festlegt
D_V: Abstand, der die äußere Grenze der Annäherungszone festlegt

Bild 5-30: Abstände in Luft und Zonen für Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender aktiver Teile

Bild 5-31: Bemessung der Gefahrenzone

Netz-Nennspannung U_n (Effektivwert) kV	Äußere Grenze der Gefahrenzone Innenraumanlage | Freiluftanlage D_L[1]) (Abstand in Luft) mm		Bemessungs-Steh-Blitz-/Schaltstoßspannung U_{imp} (Scheitelwert) kV
< 1	Keine Berührung		4
3	60	120	40
6	90	120	60
10	120	150	75
15	160		95
20	220		125
30	320		170
36	380		200
45	480		250
66	630		325
70	750		380
110	1100		550
132	1300		650
150	1500		750
220	2100		1050
275	2400		850
380	2900/3400		950/1050
480	4100		1175
700	6400		1550

[1]) Werte D_L sind für die höchste Bemessungs-Stehstoßspannung (Blitz- oder Schaltstoßspannung) angegeben; weitere Werte für niedrigere Bemessungsspannungen siehe E DIN EN 50179 (VDE 0101).

5.3.2.1 Schutz durch Schutzvorrichtung, Abdeckung, Kapselung oder isolierende Umhüllung

Diese Schutzmittel müssen einen ausreichenden elektrischen und mechanischen Schutz gewährleisten. Werden sie innerhalb der Gefahrenzone angebracht, muss vorher entweder der spannungsfreie Zustand hergestellt werden oder es sind die Maßnahmen für das Arbeiten unter Spannung anzuwenden. Werden sie außerhalb der Gefahrenzone angebracht, muss entweder der spannungsfreie Zustand hergestellt werden oder es muss durch Einrichtungen sichergestellt werden, dass Personen nicht in die Gefahrenzone gelangen können.

Sind die Schutzmittel angebracht, dürfen Elektrofachkräfte, elektrotechnisch unterwiesene Personen oder Laien Arbeiten in der Nähe unter Spannung stehender Teile durchführen. Bieten die Schutzmittel keinen vollständigen Schutz, müssen Laien beaufsichtigt werden.

5.3.2.2 Schutz durch Abstand und Aufsichtführung

Wenn Schutz durch Abstand und Aufsichtführung angewandt werden soll, muss der sichere Abstand immer größer als D_L sein. Die Arbeitsweise muss so gewählt sein, dass das Erreichen der Gefahrenzone ausgeschlossen ist. Die Arbeiten dürfen nur von Elektrofachkräften oder elektrotechnisch unterwiesenen Personen oder unter deren Aufsichtführung durchgeführt werden.

Beim Verwenden von Leitern und sperrigen Gegenständen, bei Arbeiten im Bereich von Freileitungen über 1 kV, bei Anstrich- und Ausbesserungsarbeiten an Masten, Portalen und dergleichen und bei Außenarbeiten an Gebäuden, die zu einer elektrischen Anlage gehören sowie in Freiluftanlagen dürfen die zulässigen Schutzabstände gemäß Bild 5-32 nicht unterschritten werden.

Achtung! Laien nur unter Aufsicht!

Bild 5-32: Schutzabstände bei Arbeiten durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch unterwiesene Personen (Tabelle 102 aus DIN VDE 0105-100)

Netz-Nennspannung U_n (Effektivwert) kV	Schutzabstand (Abstand in Luft von ungeschützten unter Spannung stehenden Teilen) m
bis 1	0,5
über 1 bis 30	1,5
über 30 bis 110	2,0
über 100 bis 220	3,0
über 220 bis 380	4,0

5.3.3 Arbeiten unter Spannung

Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen sind besonders gefährlich, weil die Personen dabei mit Körperteilen, Werkzeugen, Ausrüstungsgegenständen oder Hilfsmitteln spannungsführende aktive Teile berühren oder in die Gefahrenzone eindringen. Deshalb darf gemäß §§ 6 und 7 der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3) bis auf wenige Ausnahmen an unter Spannung stehenden Teilen nicht gearbeitet werden.

Mit Einschränkungen für feuer- und explosionsgefährdete Betriebsstätten ist in Ausnahmefällen das Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen nach § 8 BGV A 3 erlaubt, wenn

- sowohl die Nennspannung zwischen aktiven Teilen als auch die Spannung zwischen aktiven Teilen und Erde nicht höher als 50 V Wechselspannung oder 120 V Gleichspannung ist oder
- die Stromkreise nach DIN VDE 0170/0171 eigensicher sind oder
- der Kurzschlussstrom an der Arbeitsstelle höchstens 3 mA Wechselspannung oder 12 mA Gleichspannung oder die Energie nicht mehr als 350 mJ beträgt oder
- aus zwingenden Gründen der spannungsfreie Zustand nicht hergestellt werden kann.

Diese Arbeiten dürfen nur durch Elektrofachkräfte unter Beachtung geeigneter Schutzmaßnahmen ausgeführt werden.

Die BG-Regel „Arbeiten unter Spannung an elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln“ (BGR A 3) konkretisiert die Forderungen hinsichtlich der Schutzmaßnahmen gegen die Gefährdungen durch Körperdurchströmung und Lichtbögen bei Arbeiten an aktiven Teilen aller Spannungsebenen, deren spannungsfreier Zustand nicht sichergestellt ist. Hier ist festgelegt, wie die Elektrofachkräfte befähigt sein müssen, welche organisatorischen Abläufe zu beachten sind und welchen Voraussetzungen Hilfsmittel und Werkzeuge genügen müssen.

Bei Nennspannungen von mehr als 50 V Wechselspannung bzw. 120 V Gleichspannung bis 1 000 V Wechsel- und Gleichspannung sind folgende Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen nur auf Anweisung erlaubt:

- Heranführen von geeigneten Prüf- und Messgeräten,
- Heranführen von geeigneten Werkzeugen und Hilfsmitteln zum Reinigen sowie das Anbringen von Abdeckungen,
- Herausnehmen oder Einsetzen von nicht gegen direktes Berühren geschützten Sicherungseinsätzen,
- Arbeiten in Prüffeldern und Laboratorien,
- Fehlereingrenzung in Hilfsstromkreisen und
- sonstige Arbeiten, wenn zwingende Gründe vorhanden sind.

Zwingende Gründe für das Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen können z. B. vorliegen, wenn durch das Abschalten der Spannung

- **eine Gefährdung von Leben und Gesundheit von Personen zu befürchten ist und**
- **in Betrieben ein erheblicher wirtschaftlicher Schaden entstehen würde.**

Wenn in einem Betrieb bei Vorliegen von zwingenden Gründen unter Spannung gearbeitet werden soll, muss der für die sichere Ausführung der betrieblichen Arbeiten Verantwortliche – dies wird in der Regel der Unternehmer oder der Anlagenverantwortliche sein – schriftlich festlegen,

- welche Gründe als zwingend angesehen werden,
- welche Arbeiten unter Spannung ausgeführt werden sollen,
- welche Arbeitsverfahren zu berücksichtigen sind,
- wer die Arbeiten ausführen darf,
- welche Körperschutzmittel zu benutzen sind und
- welche Schutzvorrichtungen verwendet werden müssen.

Falls der für die sichere Ausführung der betrieblichen Arbeiten Verantwortliche dann im Einzelfall nicht selbst die Anweisung für das Arbeiten unter Spannung gibt, muss außerdem festgelegt sein, wer der Arbeitsverantwortliche ist. Keinesfalls darf jemand ohne Auftrag an unter Spannung stehenden Anlagenteilen arbeiten.

Arbeiten unter Spannung dürfen nur von dafür geeigneten Elektrofachkräften, die mit der Arbeitsweise an unter Spannung stehenden Teilen vertraut sind, ausgeführt werden. Sie müssen das Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen sowie die Anwendung der Sicherheitsmaßnahmen beherrschen.

Für die Dauer der Arbeiten müssen geeignete persönliche Schutzausrüstungen und Schutzvorrichtungen benutzt werden (Bild 5-33); sie müssen der Art der Arbeit,

Bild 5-33: Arbeiten an unter elektrischer Spannung stehenden Anlagen und Betriebsmitteln dürfen nur mit geeigneten und nach DIN VDE 0680 geprüften persönlichen Schutzausrüstungen, besonderen Hilfsmitteln und speziellen Werkzeugen durchgeführt werden

der Spannungshöhe, den Gefahren durch Körperdurchströmung oder durch mögliche Lichtbogen im Kurzschlussfall und den Umgebungsbedingungen angepasst sein. – Hierzu gehören z. B. isoliertes Werkzeug, isolierende Schutzkleidung, Material zum Abdecken und Isolieren des Standortes und von Anlagen an der Arbeitsstelle (Bilder 5-34 bis 5-36).

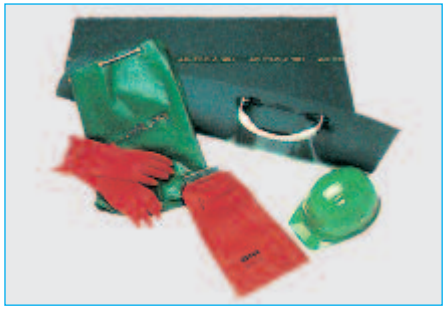
Isolierte Werkzeuge dürfen nur bestimmungsgemäß und nur für Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen, d. h. nicht für allgemeine Arbeiten, verwendet werden (Bild 5-34).

Handwerkszeuge zum Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen sollten getrennt von anderen Handwerkszeugen aufbewahrt werden.

Bild 5-34: Besondere Werkzeugtasche mit isoliertem Werkzeug für Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen bis AC 1 000 V oder DC 1 500 V (DIN VDE 0682 Teil 201)

Bild 5-35: Elektriker-Stiefel

Bild 5-36: Sicherheitspaket



In explosionsgefährdeten Betriebsstätten ist nach DIN VDE 0105 Teil 7 ein Arbeiten an unter Spannung stehenden Teilen nur zulässig, wenn die Bedingungen gemäß Abschnitt 5.3.6.2 eingehalten sind.

5.3.4 Elektrische Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel unterliegen im Baustellenbereich erhöhter Beanspruchung durch eine Vielzahl von

unterschiedlichen Umgebungseinflüssen. Nachfolgend werden die wichtigsten Anforderungen an elektrische Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen zusammengestellt, um das erforderliche Schutzniveau auf Baustellen sicherzustellen.

Weiter gehende Ausführungen sind in der BG-Information „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (BGI 608) nachzulesen. Für elektrische Anlagen auf Baustellen ist die DIN VDE 0100-704 anzuwenden.

5.3.4.1 Begriffsbestimmungen

Bau- und Montagearbeiten sind Arbeiten zu Herstellung, Instandhaltung, Änderung und Beseitigung von baulichen Anlagen, einschließlich der hierfür vorbereitenden und abschließenden Arbeiten.

Bau- und Montagestellen sind Bereiche, in denen Bau- und/oder Montagearbeiten durchgeführt werden.

Kleine Baustellen sind Bereiche, in denen

- elektrische Betriebsmittel nur einzeln benutzt werden oder
- die durchgeführten Bauarbeiten geringen Umfanges sind.

Unter Bauarbeiten geringen Umfanges werden Arbeiten, deren Ausführung ca. 100 Arbeitsstunden nicht überschreitet, gerechnet (100 Arbeitsstunden werden z. B. erreicht, wenn fünf Beschäftigte je 20 Stunden Bauarbeiten ausführen).

5.3.4.2 Speisepunkt

Die elektrische Versorgung von Anlagen und Betriebsmitteln auf Bau- und Montagestellen darf nur aus besonderen Speisepunkten erfolgen. Jeder Speisepunkt muss mindestens eine Einrichtung zum Trennen haben. Einrichtungen zum Trennen können auch Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) sein.

Das Freischalten mittels Sicherungs-Lasttrennschalter (NH-System o. Ä.) mit vollständigem Berührungsschutz ist eine Bedienung und darf auch von Laien ausgeführt werden.

Die Zugänglichkeit von NH-Sicherungs-Trennschaltern ohne vollständigen Berührungsschutz darf nur mittels Werkzeug möglich sein. Das bedeutet, dass sich innerhalb eines elektrischen Betriebsraumes die NH-Sicherungsleisten hinter einer Abdeckung (mindestens IP 2X) befinden müssen.

Speisepunkte zur Versorgung von elektrischen Anlagen oder Betriebsmitteln sind:

- Baustromverteiler nach DIN VDE 0660-501,
- Baustromverteiler nach VDE 0612, wenn die Steckvorrichtungen bis AC 230 V/16 A und bis AC 400 V/32 A über eine Fehlerstromschutzeinrichtung (RCD) mit $I_{\Delta N} \leq 30$ mA geschützt sind (Bild 5-37),
- Ersatzstromerzeuger nach DIN VDE 0100-551, siehe auch BG-Information „Auswahl und Betrieb von Ersatzstromerzeugern auf Bau- und Montagebaustellen“ (BGI 867),
- Transformatoren mit getrennten Wicklungen,
- besondere, der Baustellenanlage zugeordnete, geprüfte Abzweige ortsfester elektrischer Anlagen, einschließlich zugehöriger, als Baustellenspeisepunkt dauerhaft gekennzeichneter Steckvorrichtungen.

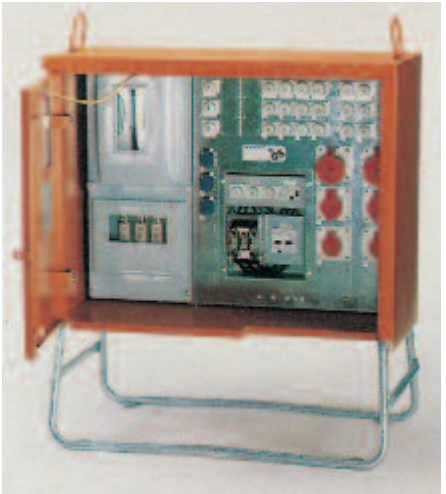
  Andere Steckvorrichtungen in ortsfesten Verbraucheranlagen und in Hausinstallationen gelten nicht als Speisepunkt im Sinne dieser Regel.

Als Speisepunkte für kleine Baustellen sind auch

- Kleinstbaustromverteiler,
- Schutzverteiler und
- ortsveränderliche Schutzeinrichtungen

zulässig.

Bild 5-37: Baustromverteiler



Weitere Bedingungen für den Anschluss an Steckvorrichtungen ortsfester Anlagen (z. B. private Hausinstallationen) sind in der BG-Information „Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Bau- und Montagestellen“ (BGI 608) ausgeführt.

5.3.4.3 Verteilungssysteme

Nach dem Speisepunkt sind als Netzsysteme nur TN-S, TT- oder IT-Systeme zulässig.

Bei Anwendung des TN-S-Systems hinter Baustromverteilern als Speisepunkt sind für die Zuleitung vor dem Baustromverteiler folgende Netzformen zulässig:

1. Das TN-S-System

   oder

2. Das TN-C-System mit folgender Einschränkung:

Es müssen Kabel und Leitungen mit Querschnitten von mindestens 10 mm² Cu oder 16 mm² Al verwendet werden, die während des Betriebes nicht bewegt werden und mechanisch geschützt sind.

Mechanischer Schutz wird erreicht durch folgende Maßnahmen:

- Verlegung im Erdreich,
- Verlegung im Schutzrohr,
- hochgelegte Verlegung oder Gleichwertiges.

In Stromkreisen ohne Steckvorrichtungen müssen eine oder mehrere Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410 angewendet werden.

Stromkreise mit Steckvorrichtungen und Stromkreise mit fest angeschlossenen, in der Hand gehaltenen Verbrauchsmitteln sind über Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) mit $I_{\Delta N} \leq 30$ mA und alle anderen Stromkreise mit Steckvorrichtungen sind über Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs) mit $I_{\Delta N} \leq 500$ mA zu betreiben.

Als RCD sind je nach Anwendungsfall pulsstromsensitive Fehlerstromschutzschalter (Typ A) oder allstromsensitive Fehlerstromschutzschalter (Typ B) einzusetzen.

Hinter Speisepunkten sind auch folgende weitere Schutzmaßnahmen zulässig:

- Schutzkleinspannung (SELV) nach DIN VDE 0100-410, Abschnitt 411.1

  und
- Schutztrennung nach DIN VDE 0100-410, Abschnitt 413.5.

5.3.4.4 Schaltanlagen und Verteiler

Die elektrische Anlage der Baustelle muss durch Schaltgeräte freigeschaltet werden können. Die Schaltgeräte müssen betriebsmäßig so ausgelegt sein, dass alle aktiven Leiter gleichzeitig geschaltet werden.

Schaltanlagen und Verteiler dürfen auf Baustellen nur betrieben werden, wenn sie mindestens die Schutzart IP 43 aufweisen. Bei extremen Temperaturen sind nur solche Betriebsmittel zu verwenden, die hierfür geeignet sind. Wenn mit Temperaturen unter –5 °C gerechnet werden muss, sind nur solche Schaltgeräte, z. B. Fehlerstromschutzeinrichtungen, zu verwenden, die für Temperaturen bis –25 °C geeignet sind.

5.3.4.5 Leitungen

An Stellen, an denen Leitungen mechanisch besonders beansprucht werden können, sind sie geschützt zu verlegen. Leitungen gelten als geschützt verlegt, wenn sie z. B.

- hochgehängt,
- mit festen Materialien, z. B. Holzbohlen, abgedeckt sind (Bild 5-38) oder
- in abgedeckten Gräben oder in Schutzrohren

verlegt sind.

Bewegliche Leitungen, ausgenommen Geräteanschlussleitungen, müssen Gummischlauchleitungen vom Typ H07RN-F oder mindestens gleichwertiger Bauart sein.

Bei besonderen Anforderungen sind Leitungen von höherwertiger Bauart zu verwenden. Eine höherwertige Bauart ist z. B. eine Leitung vom Typ NSSHÖU.

Leitungsroller müssen mit Leitungen vom Typ H07RN-F oder mindestens gleichwertiger Bauart ausgerüstet und nach den Festlegungen für schutzisolierte Betriebsmittel gebaut sein.

„Nach den Festlegungen für schutzisolierte Betriebsmittel gebaut“ bedeutet, dass

Bild 5-38: Schlauchbrücke der Feuerwehr als Schutz für die Gummischlauchleitung auf befahrenem Verkehrsweg einer Baustelle

1. Konstruktionsteile, in denen sich elektrische Betriebsmittel, z. B. Steckvorrichtungen, Thermoschalter, Fehlerstromschutzeinrichtungen (RCDs), befinden, von anderen elektrisch leitfähigen Konstruktionsteilen doppelt oder verstärkt isoliert sind und
2. elektrisch leitende Verbindungen zwischen dem Schutzleiter der Steckvorrichtungen und anderen elektrisch leitfähigen Konstruktionsteilen nicht vorhanden sind.

Tragegriff, Kurbelgriff und Trommelgehäuse müssen aus Isolierstoff bestehen oder mit Isolierstoff umhüllt sein. Damit soll verhindert werden, dass eine gefährliche Berührungsspannung von einer möglicherweise beschädigten Leitung auf diese Konstruktionsteile übertragen wird.

Leitungsroller müssen mit einer Überhitzungsschutzeinrichtung ausgerüstet

Bild 5-39: Gummisteckvorrichtung nach DIN VDE 620 für erschwerte Bedingungen, z. B. für Baustellen und rauen Betrieb: GS-geprüft, schlagfest, spritzwassergeschützt

sein. Bei Anschluss von Betriebsmitteln mit zusammen mehr als 1 000 W Leistung ist der Leitungsroller im abgewickelten Zustand zu benutzen.

Leitungsroller und Verlängerungen müssen eine ausreichende mechanische Festigkeit für den Einsatz unter erschwerten Bedingungen aufweisen und mindestens der Schutzart IP X4 genügen (Bild 5-39 auf Seite 59). Einsatz unter erschwerten Bedingungen bedeutet Einsatz unter sehr hohen mechanischen Beanspruchungen oder bei sehr tiefen Temperaturen bis –25 °C.

5.3.4.6 Prüfungen

Vor Inbetriebnahme der elektrischen Anlagen auf der Baustelle müssen die Maßnahmen zum Schutz bei indirektem Berühren, vor allem auch an den aufgestellten Baustromverteilern, durch eine Elektrofachkraft geprüft werden.

Die Wirksamkeit der Schutzmaßnahme mit Fehlerstromschutzeinrichtung ist mindestens einmal im Monat durch eine Elektrofachkraft oder bei Verwendung geeigneter Prüfgeräte auch durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person auf Wirksamkeit zu prüfen. Die Funktion der Fehlerstromschutzeinrichtung ist arbeitstäglich durch Betätigung der Prüftaste zu prüfen.

5.3.4.7 Schalt- und Steuergeräte, elektrische Maschinen

Schalt- und Steuergeräte müssen außerhalb von Schaltanlagen und Verteilungen mindestens in Schutzart IP 44 ausgeführt sein.

FI-Schutzeinrichtungen müssen für tiefe Temperaturen (bis –25 °C) geeignet sein (Kennzeichnung: Schneeflocke).

Schweißstromquellen und Stromerzeugungsaggregate müssen bei Verwendung im Freien mindestens in Schutzart IP 23 ausgeführt sein.

Handgeführte Elektrowerkzeuge müssen mindestens der Schutzart IP 2X entsprechen und mit einer Netzanschlussleitung vom Typ H07RN-F oder mindestens gleichwertiger Bauart ausgestattet sein.

Bis zu einer Leitungslänge von 4 m ist als Netzanschlussleitung auch Typ H05RN-F oder eine mindestens gleichwertige Bauart zulässig, soweit nicht die Normenreihe DIN VDE 0740 die Bauart H07RN-F fordert.

Bei besonderen Umgebungsbedingungen müssen geeignete zusätzliche Maßnahmen getroffen werden oder die Arbeiten sind einzustellen. Besondere Umgebungsbedingungen sind z. B. Nässe oder leitfähiger Staub. Zusätzliche Maßnahmen sind z. B. Wetterschutz, Abdeckungen und Schutzhauben.

Bei besonderen Betriebsbedingungen sind ebenfalls vor Arbeitsbeginn ergänzende Schutzmaßnahmen zu treffen. Besondere Betriebsbedingungen sind z. B. beim Nasskernbohren oder beim Nassschleifen gegeben. Ergänzende Schutzmaßnahmen können z. B. die Verwendung von Schutzkleinspannung oder Schutztrennung sein.

5.3.4.8 Leuchten

Leuchten auf Baustellen müssen den am Verwendungsort zu erwartenden mechanischen, klimatischen und elektrischen Beanspruchungen entsprechend bemessen sein. Besonders gut haben sich spezielle Baustellenleuchten bewährt.

Leuchten müssen VDE 0711-1 entsprechen und zusätzlich folgenden Anforderungen genügen:

- Leuchten müssen mindestens in der Schutzart IP 23 ausgeführt sein (ausgenommen bei Schutzkleinspannung).
- Leuchten, die als Bodenleuchten eingesetzt werden, müssen mindestens in der Schutzart IP 55 ausgeführt sein.

Bild 5-40: Universell verwendbare, lageunempfindliche Baustellenleuchte

- Leuchten sind entsprechend ihrer Bauart als Decken-, Wand- oder Bodenleuchten bestimmungsgemäß einzusetzen. Sie sind mittels zugehöriger Aufhängungen zu befestigen oder mittels geeigneter Ständer aufzustellen. Sinnvoll ist die Verwendung von universell verwendbaren, lageunempfindlichen Baustellenleuchten (Bild 5-40).
- Als bewegliche Netzanschlussleitungen müssen Gummischlauchleitungen vom Typ H07RN-F oder mindestens gleichwertiger Bauart (siehe Anhang 4) verwendet werden.
- Bei erschwerten mechanischen Bedingungen müssen geeignete Leuchten mit entsprechender Kennzeichnung eingesetzt werden (Hammer-Symbol). Die Verwendung von stoßfesten Glühlampen erhöht deren Lebensdauer (Bild 5-41).

Bild 5-41: Stoßfeste Glühlampe, zu erkennen am „Hammer-Symbol“

Handleuchten müssen mindestens in der Schutzart IP 55 ausgeführt sein. Sie müssen den Festlegungen in VDE 0710-4 sowie VDE 0711-2-8 entsprechen. Körper, Griff und äußere Teile der Fassung müssen aus Isolierstoff bestehen.

Handleuchten müssen mit einem Schutzglas und einem Schutzkorb ausgerüstet sein. Der Schutzkorb kann entfallen, wenn anstelle des Schutzglases eine bruchfeste Umschließung aus Kunststoff vorhanden ist.

Schalter von Handleuchten müssen für deren maximale Stromaufnahme, mindestens aber für 4 A, ausgelegt und so eingebaut sein, dass sie vor mechanischen Beschädigungen geschützt sind.

Die Leitungseinführung muss über eine ausreichende Zugentlastung und einen Knickschutz verfügen. Als Netzanschlussleitung ist bis zu einer Länge von 5 m der Typ H05RN-F oder eine mindestens gleichwertige Bauart zulässig, soweit nicht die Normenreihe VDE 0711 eine andere Bauart fordert.

5.3.5 Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung

Bei der Benutzung elektrischer Betriebsmittel

- in leitfähiger Umgebung,
- bei begrenzter Raumhöhe und
- bei arbeitsbedingter Zwangshaltung

kann für die beschäftigten Personen eine erhöhte elektrische Gefährdung bestehen. Nicht alle beim Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln üblichen Schutzmaßnahmen gewährleisten unter diesen Bedingungen beim Auftreten eines Fehlers ausreichende Sicherheit.

Deshalb wird im Folgenden ein Überblick über die besonderen Schutzmaßnahmen bei erhöhter elektrischer Gefährdung gegeben und die dabei verwendeten Begriffe erläutert. Die Maßnahmen sind im DIN-VDE-Normenwerk und in der BG-Information „Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung“ (BGI 594) festgeschrieben.

5.3.5.1 Begriffsbestimmungen

Erhöhte elektrische Gefährdung liegt vor, wenn elektrische Anlagen und Betriebsmittel in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit oder in sonstigen Räumen und Bereichen mit leitfähiger Umgebung betrieben werden.

Ein **leitfähiger Bereich mit begrenzter Bewegungsfreiheit** gemäß DIN VDE 0100 Teil 706 liegt vor, wenn dessen Begrenzungen im Wesentlichen aus Metallteilen oder leitfähigen Teilen bestehen, eine Person mit ihrem Körper großflächig in Berührung mit der umgebenden Begrenzung stehen kann und die Möglichkeit der Unterbrechung dieser Berührung eingeschränkt ist.

Beispiele für entsprechende Tätigkeiten sind

- Arbeiten in kleinen Kesseln, Tanks usw.,
- Reparaturarbeiten oder Montagen in engen Räumen und
- Arbeiten in Bohrungen und Rohrschächten.

Bild 5-42: Beispiel für leitfähigen Bereich mit begrenzter Bewegungsfreiheit

Sonstige Bereiche mit leitfähiger Umgebung liegen vor, wenn die Begrenzung vollständig oder teilweise aus metallischen oder elektrisch leitfähigen Teilen besteht und eine großflächige Berührung nicht zwingend gegeben ist.

Sie kann jedoch aufgrund der Arbeitshaltung auftreten.

Beispiele hierfür sind

- Stahlkonstruktionen, Gittermasten, Betonarmierungen,
- Schaltzellen,
- Arbeitsplätze an oder in Fahrzeugen

  und
- Arbeitsplätze in Schornsteinen, Tunneln, Stollen.

Bild 5-43: Beispiel für sonstige Bereiche mit leitfähiger Umgebung

5.3.5.2 Schutzmaßnahmen in leitfähigen Bereichen mit begrenzter Bewegungsfreiheit

Ortsveränderliche Betriebsmittel dürfen nur unter Anwendung einer der folgenden Schutzmaßnahmen betrieben werden:

- Schutzkleinspannung (SELV) nach Abschnitt 411.1 der DIN VDE 0100-410. Es dürfen nur Betriebsmittel der Schutzklasse III (Schutzkleinspannung) verwendet werden. Schutzart mindestens IP 2X, d. h. isolieren oder fingersicher abdecken

  oder

- Schutztrennung nach Abschnitt 413.5 der DIN VDE 0100-410. Hierbei darf nur ein einzelner Verbraucher angeschlossen werden. Bei Geräten der Schutzklasse I (Schutzleiteranschluss) ist ein Potenzialausgleich mit der leitfähigen Umgebung herzustellen.

Handleuchten dürfen nur mit Schutzkleinspannung SELV betrieben werden (Kennzeichnung).

Ortsveränderliche Stromquellen für Schutzkleinspannung oder Schutztrennung müssen außerhalb des leitfähigen Bereiches mit begrenzter Bewegungsfreiheit aufgestellt sein. Ist dies aus technischen Gründen nicht möglich, z. B. bei sehr langen Rohrleitungen, Kanälen, Kastenträgern usw., darf im Einzelfall die Stromquelle innerhalb des Bereiches aufgestellt werden, wenn als Zuleitung mindestens Typ NSSHÖU oder bei geschützt verlegter Leitung H07RN-F verwendet wird und diese Zuleitung über eine Fehlerstromschutzeinrichtung mit Nennfehlerstrom bis zu 30 mA betrieben wird.

Bei der Auswahl von ortsveränderlichen elektrischen Betriebsmitteln ist anzustreben, nur solche der Schutzklasse II (Schutzisolierung) zu verwenden. Ortsveränderliche Trenntransformatoren müssen schutzisoliert sein.

Ortsfeste elektrische Betriebsmittel dürfen nur unter Verwendung einer der folgenden Schutzmaßnahmen betrieben werden:

- Schutzkleinspannung SELV nach Abschnitt 411.1 von DIN VDE 0100-410, jedoch unabhängig von der Nennspannung Schutzart mindestens IP 2X, d. h. isolieren oder fingersicher abdecken oder
- Schutztrennung nach Abschnitt 413.5 von DIN VDE 0100-410

  oder

- Schutz durch automatische Abschaltung nach Abschnitt 413.1 von DIN VDE 0100-410, wenn die Körper der Betriebsmittel der Schutzklasse I mit einem örtlichen zusätzlichen Potenzialausgleich versehen sind. Für die automatische Abschaltung sind Fehlerstromschutzeinrichtungen mit einem Nennfehlerstrom bis zu 30 mA zu verwenden.

5.3.5.3 Schutzmaßnahmen in sonstigen Räumen und Bereichen mit leitfähiger Umgebung

Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel dürfen nur mit folgenden Schutzmaßnahmen betrieben werden:

- Schutzkleinspannung nach Abschnitt 411.1 von DIN VDE 410, jedoch unabhängig von der Nennspannung Schutzart IP 2X, d. h. isolieren und fingersicher abdecken oder
- Schutztrennung mit einem oder mehreren Verbrauchern nach Abschnitt 413.5 von DIN VDE 0100-410 oder
- Schutz durch automatische Abschaltung nach Abschnitt 413.1 von DIN VDE 0100-410 mit Fehlerstromschutzeinrichtungen bis zu 30 mA Nennfehlerstrom.

Ortsfeste elektrische Betriebsmittel können unter Anwendung der Schutzmaßnahmen nach DIN VDE 0100-410 betrieben werden. Es ist jedoch die Anwendung des zusätzlichen Schutzes durch RCDs bei direktem Berühren nach DIN VDE 0100-410 (Abschnitt 412.5) zu empfehlen.

Steckdosen in Stromkreisen mit einem Nennstrom bis zu 16 A müssen durch Fehlerstromschutzeinrichtung mit einem Nennfehlerstrom bis zu 30 mA geschützt sein. Für diese Steckdosen ist auch ein IT-Netz mit Isolationsüberwachung zulässig.

5.3.5.4 Leitungen

Als flexible Leitungen sind mindestens Gummischlauchleitungen vom Typ H07RN-F oder gleichwertiger Bauart (z. B. NSSHÖU, NGMH11YÖ) nach DIN VDE 0293 zu verwenden.

An Stellen, an denen Leitungen mechanisch besonders beansprucht werden können, sind sie durch geschützte Verlegung oder Abdeckung zu schützen. Leitungsroller müssen für erschwerte Bedingungen geeignet sein (siehe DIN VDE 0623 Teil 100) und nach den Festlegungen für schutzisolierte Betriebsmittel gebaut sein.

5.3.5.5 Installationsmaterial

Schalter, Steckvorrichtungen, Abzweigdosen und dergleichen müssen mindestens in der Schutzart IP X4 nach DIN VDE 0470 Teil 1 ausgeführt sein. Die Gehäuse von Steckvorrichtungen müssen aus Isolierstoff bestehen und für erschwerte Bedingungen geeignet sein. Bei Verwendung von Fehlerstromschutzeinrichtungen und wenn mit tiefen Temperaturen gerechnet werden muss, sind solche zu verwenden, die für den Einsatz bis zu Temperaturen von –25 °C geeignet sind (Kennzeichnung: Schneeflocke). Steckvorrichtungen für Schutzkleinspannung müssen so eingerichtet sein, dass sie nicht in anderen Stromkreisen verwendet werden können.

5.3.5.6 Handgeführte Elektrowerkzeuge

Handgeführte Elektrowerkzeuge müssen mindestens der Schutzart IP 2X nach DIN VDE 0470 Teil 1 entsprechen und mit einer Anschlussleitung H07RN-F bzw. A07RN-F nach DIN VDE 0282 Teil 10 oder einer

mindestens gleichwertigen Bauart (siehe DIN VDE 0298 Teil 3) ausgestattet sein.

Es sind auch Anschlussleitungen H05RN-F oder A05RN-F nach DIN VDE 0282 Teil 817 oder einer mindestens gleichwertigen Bauart (früher: NMHÖU, heute: siehe DIN VDE 0298 Teil 3) mit einer Länge bis zu 4 m zulässig, soweit nicht in der Normenreihe DIN VDE 0740 die Bauart H07RN vorgeschrieben ist.

Werden handgeführte Elektrowerkzeuge unter Anwendung der Schutzmaßnahme Schutztrennung betrieben, sind nur Leitungen vom Typ H07RN-F bzw. A07RN-F oder gleichwertige zulässig.

5.3.5.7 Leuchten

Leuchten müssen DIN VDE 0710 Teil 1 entsprechen. Darüber hinaus gilt:

- Leuchten, ausgenommen solche für Kleinspannung, müssen mindestens in der Schutzart IP 23 ausgeführt sein.
- Bewegliche Leitungen müssen mindestens der Bauart H07RN-F bzw. A07RN-F oder gleichwertig entsprechen.
- Stecker und Kupplungsdosen müssen ein Isolierstoffgehäuse haben.
- Schalter dürfen in Verlängerungsleitungen nicht eingebaut sein.
- Leuchten müssen den mechanischen Anforderungen für erschwerte Bedingungen nach DIN VDE 0710 Teil 4 genügen.

Handleuchten, ausgenommen solche für Schutzkleinspannung, müssen mindestens in der Schutzart IP 45 ausgeführt sein. Sie müssen den Festlegungen in DIN VDE 0710 Teil 4 sowie DIN VDE 0711 Teil 2-8 entsprechen.

Insbesondere gilt:

- Handleuchten müssen nach Schutzklasse II (Schutzisolierung) oder Schutzklasse III (Schutzkleinspannung) gebaut sein.
- An der Leitungseinführung muss ein Knickschutz vorhanden sein.
- Schalter müssen mindestens für 4 A bemessen und so gebaut sein, dass sie vor mechanischen Beschädigungen geschützt sind.
- Handleuchten müssen mit einem Schutzglas und einem Schutzkorb oder einer gleichwertigen Sicherheitseinrichtung versehen sein.
- Körper, Griff und Fassung müssen aus Isolierstoff bestehen.

5.3.5.8 Unterweisung

Die Beschäftigten sind vor erstmaliger Aufnahme der Tätigkeit und danach mindestens jährlich über die besonderen Gefahren beim Umgang mit elektrischen Betriebsmitteln bei erhöhter elektrischer Gefährdung und über die besonderen Festlegungen hierfür zu unterweisen.

5.3.6 Elektrowerkzeuge

Elektrische Unfälle mit Elektrowerkzeugen sind ein Schwerpunkt in der Metall verarbeitenden Industrie. Tödliche Unfälle durch zu hohe Berührungspannungen an Elektrowerkzeugen sind nicht selten.

Der Grund dieses Unfallschwerpunktes liegt darin, dass Elektrowerkzeuge wegen der starken Beanspruchung einem starken Verschleiß unterliegen und bestimmungsgemäß beim Betrieb in der Hand gehalten werden.

Isolationsfehler, beschädigte Anschlussleitungen sowie unterbrochene Schutzleiter führen deshalb leicht zu gefährlichen Körperdurchströmungen. Für Elektrowerkzeuge gilt deshalb ganz besonders, dass sie für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet und sich stets in ordnungsgemäßem Zustand befinden müssen.

5.3.6.1 Auswahl von Elektrowerkzeugen

Elektrowerkzeuge müssen entsprechend der BG-Information „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen“ (BGI 600) ausgewählt werden. Entsprechend den angeführten Kategorien sind die Betriebsmittel dann für den vorgesehenen Verwendungszweck geeignet und den elektrischen und mechanischen Beanspruchungen sowie den Einflüssen am Verwendungsort gewachsen.

Bei dieser Auswahl ist immer der „Schutz bei indirektem Berühren“ zu beachten. Man unterscheidet:

Schutzklasse I:
mit Schutzleiter (PE)-Anschluss,

Schutzklasse II:
mit Schutzisolierung (ohne PE),

Schutzklasse III:
mit Schutzkleinspannung bis 50 V (ohne PE).

Elektrowerkzeuge der Schutzklasse I haben leitfähige, berührbare Teile, die im Fehlerfall Spannung führen können. Diese Elektrowerkzeuge müssen in der Anschlussleitung einen grün-gelben Schutzleiter enthalten, der an dafür bestimmten Anschlussstellen im Stecker und in dem Elektrowerkzeug sicher befestigt sein muss. Bei Elektrowerkzeugen und anderen elektrischen Betriebsmitteln der Schutzklasse I ist streng darauf zu achten, dass die PE-Verbindung zwischen Gerät und dem Netzanschluss durchgehend hergestellt ist.

An Betriebsmitteln der Schutzklasse II (Schutzisolierung) dürfen keine Schutzleiter angeschlossen werden. Deshalb haben diese in der Regel 2-adrige Anschlussleitungen mit angegossenen Steckern ohne Schutzkontaktstücke. Wird jedoch nach einer Reparatur z. B. eine Anschlussleitung mit Schutzleiter verwendet, so muss dieser am Stecker angeschlossen werden, am Betriebsmittel selbst darf aber kein Anschluss erfolgen.

Betriebsmittel der Schutzklasse III (Schutzkleinspannung) müssen mit Steckern ausgerüstet sein, die nicht in Steckvorrichtungen von Stromkreisen mit anderen Schutzmaßnahmen oder mit höheren Spannungen passen. Zu empfehlen sind CEE-Steckvorrichtungen nach DIN 49465. Ein Schutzleiter darf weder am Stecker noch am Betriebsmittel angeschlossen werden.

5.3.6.2 Einsatz von Elektrowerkzeugen in explosionsgefährdeten Bereichen

Nach DIN VDE 0105 Teil 9 dürfen Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen nur mit Genehmigung des zuständigen Betriebsleiters oder des Anlagenverantwortlichen durchgeführt werden.

Die Genehmigung darf nur dann erteilt werden, wenn

- im Arbeitsbereich keine Explosionsgefahr besteht,
- die Stromkreise eigensicher nach DIN VDE 0170/0171 sind,
- durch Prüfungen sichergestellt ist, dass im Prüfbereich keine Explosionsgefahr besteht oder
- bauartzugelassene Prüfgeräte verwendet werden.

Beim Benutzen von Elektrowerkzeugen und anderen Betriebsmitteln müssen die elektrischen Leitungen gegen Beschädigungen geschützt sein.

5.3.7 Steckvorrichtungen

Nur genormte Steckvorrichtungen gemäß 4.1 DIN VDE 0100 Teil 550 Übersichtsnorm DIN 49400 verwenden.

Für Lichtstromkreise 2-polige Steckvorrichtungen ohne und mit Schutzkontakt nach VDE 0620 verwenden.

In Betrieben dürfen nur Drehstrom-Steckvorrichtungen nach DIN VDE 0623 verwendet werden.

Dies gilt nicht für Hausinstallationen nach DIN VDE 0100 Teil 729 und für Geschäftshäuser, Hotels, Nähsäle, Schneidereien, Laboratorien, Großküchen und ähnliche Anlagen, in denen auch die unter dem Namen „Perilex“ bekannte Drehstrom-Steckvorrichtung weiter verwendet werden darf (Bild 5-44).

Für Steckvorrichtungen gilt generell:

- Verlängerungsleitungen grundsätzlich 3-adrig ausführen, mit Schutzkontaktkupplungen aus Isolierstoff (Ausnahmen bei Schutzkleinspannung).
- Drehstromverlängerungsleitungen bis 32 A nur 5-adrig mit 5-poligen Steckkupplungen aus Isolierstoff.
- Drehstromsteckvorrichtungen mit rechtslaufendem Drehfeld anschließen, Blickrichtung in Steckrichtung auf die Steckbuchse.

Bild 5-44: Perilex-Steckvorrichtung, nicht für Werkstätten zugelassen

- Drehstromsteckvorrichtungen nach DIN VDE 0620 und 0623 mit Schalterverriegelung verhindert das Stecken und Ziehen unter Last (Bild 5-45).
- Nur eine einzelne bewegliche Anschlussleitung an Steckvorrichtungen anschließen.
- Reihenfolge von Steckdose und Stecker so in den Energiefluss legen, dass die nicht gesteckten Stecker keine Spannung führen. Energiequelle = Steckdose. Ausnahmen sind nur in elektrischen Prüffeldern und Ladeeinrichtungen für Akkumulatoren gestattet.
- Anschluss des Schutzleiters so, dass sich die Schutzleiterverbindung als letzte Verbindung beim Versagen der Zugentlastung löst.

Bild 5-45: Drehstromsteckvorrichtung mit Schalterverriegelung (links)

- Anschlussstelle von Zug und Schub entlasten.
- Leitungseinführung mit Knickschutz aus Isolierstoff.
- Leitungsadern gegen Verdrehen sichern.
- Adern gegen Aufspleißen sichern, z. B. durch Aderendhülsen, nicht jedoch durch Verlöten.
- Stecker für Schutzkleinspannung dürfen nicht in Steckdosen höherer Spannung passen. Steckvorrichtung für Schutzkleinspannung nach DIN 49465.
- Steckdosen für Nennströme ab 63 A dürfen nur dann als Schalter verwendet werden, wenn sie zum Schalten unter Last geeignet sind.
- Mehrfachsteckvorrichtungen: Mehrfachsteckdosen mit starr angebautem Stecker sind unzulässig. Ersatz durch Mehrfachwandsteckdosen oder durch Mehrfachsteckdosen mit beweglicher Anschlussleitung.

Für Baustellen gilt darüber hinaus gemäß 9.1 DIN VDE 0100 Teil 704:

Steckvorrichtungen müssen mindestens spritzwassergeschützt sein, IP X4 nach DIN VDE 0470 (Kurzzeichen: 1 Tropfen im Dreieck).

Es dürfen nur Schutzkontaktsteckvorrichtungen mit Gehäusen aus Isolierstoff für erschwerte Bedingungen verwendet werden (Bild 5-46 auf Seite 70). Drehstromsteckvorrichtungen müssen 5-polig sein. Bewegliche Anschlussleitungen sind 3-adrig oder 5-adrig auszuführen.

Bild 5-46: Schaltbare Steckvorrichtung für erschwerte Bedingungen

5.3.8 Auswechseln von Sicherungseinsätzen

Die Gefahren, die beim unsachgemäßen Auswechseln von Sicherungseinsätzen bestehen, werden häufig unterschätzt. Sie ergeben sich aus

- großer Energiedichte auf engem Raum,
- Störlichtbogen durch Kurzschlüsse oder Schalten unter Last und
- unvollkommenem Schutz gegen direktes Berühren.

In der Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3) und in DIN VDE 0105-100 werden deshalb der Personenkreis und die Bedingungen für diese Arbeiten festgelegt (Bild 5-47).

Bild 5-47: Stromgrenzen für das gefahrlose Auswechseln von Strom führenden Sicherungseinsätzen bei Nennspannungen bis 1000 V (DIN VDE 0105-100 Tabelle 104)

Sicherungssystem Typ	Nennspannung V	Nennstrom A *)	Laien	Elektrofachkräfte, elektrotechnisch unterwiesene Personen
DO, D	bis AC 400	bis 63	ja	ja
		über 63	nein	nein
D	über AC 400	bis 16	nein	ja
		über 16	nein	nein
DO, D	bis DC 25	über 0	ja	ja
DO	über DC 25 bis 60	bis 6	nein	ja
	über 60 bis 120	bis 2	nein	ja
	über DC 120	über 0	nein	nein
D	über DC 25 bis 60	bis 16	nein	ja
	über 60 bis 120	bis 5	nein	ja
	über DC 120 bis 750	bis 1	nein	ja
	über DC 750	über 0	nein	nein

*) Bei den genannten Stromstärken handelt es sich nicht um den eventuellen Kurzschlussstrom beim Einsetzen.

Die Gefahren bestehen sowohl für die arbeitende Person, als auch für die Anlage selbst.

Durch entsprechende Auswahl moderner Betriebsmittel können diese Gefahren bei Planung oder Änderung der Anlage, beispielsweise durch Freischaltmöglichkeit, Berührungsschutz beim Auswechseln, erheblich reduziert werden. Deshalb lohnt es sich auch, ältere Anlagen zu modernisieren (Bild 5-48).

Das Auswechseln von Sicherungseinsätzen ist grundsätzlich nur zulässig, wenn

- die Stromkreise freigeschaltet sind

  und
- bei Sicherungseinsätzen ohne Lastschaltvermögen durch Messen die Spannungsfreiheit nachgeschalteter Betriebsmittel oder durch Besichtigen die Trennung der Schaltstücke eindeutig festgestellt worden ist.

Strom führende Sicherungseinsätze dürfen nur ausgewechselt werden, wenn dies gefahrlos möglich ist:

- in Stromkreisen geringer Leistung (Hilfsstromkreise),
- in anderen Stromkreisen durch Verwendung von Betriebsmitteln mit Lastschaltvermögen (Sicherungslasttrennschalter (Bild 5-49 auf Seite 72)

  und
- bei NH-Sicherungseinsätzen durch Verwendung von NH-Sicherungsaufsteckgriffen mit Stulpe und Gesichtsschutz durch Elektrofachkräfte oder elektrotechnisch besonders unterwiesene Personen.

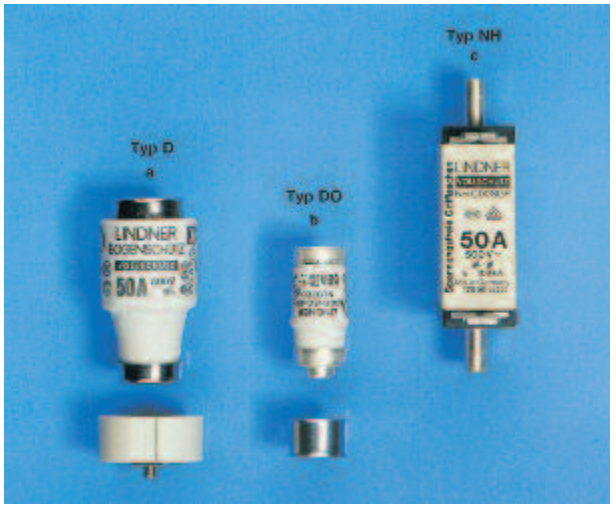


Bild 5-48:
a) Diazed-Sicherungseinsatz mit Passschraube
b) Neozed-Sicherungseinsatz mit Passring
c) NH-Sicherung mit berührungssicheren Grifflaschen

Bild 5-49: NH-Sicherungslasttrennschalter mit optimalem Berührungsschutz, erfordert keine besonderen Hilfsmittel beim Schalten und beim Auswechseln von NH-Sicherungen

Sicherungseinsätze bei Nennspannungen über 1 kV dürfen nur von Elektrofachkräften ausgewechselt werden, und zwar:

- wenn der spannungsfreie Zustand hergestellt und sichergestellt ist,
- wenn das Auswechseln mit Sicherungszangen oder gleichwertigen anlagenspezifischen isolierenden Hilfsmitteln gefahrlos möglich ist,
- in Anlagen mit herausklappbaren oder ausfahrbaren Sicherungen auch von Hand ohne Hilfsmittel, wenn es gefahrlos möglich ist oder mindestens ein teilweiser Schutz gegen direktes Berühren und das Eindringen in die Gefahrenzone hergestellt und sichergestellt ist.

5.3.9 Auswechseln von Lampen und Zubehör

Lampen und herausnehmbares Zubehör, z. B. Starter, müssen grundsätzlich im spannungsfreien Zustand ausgewechselt werden. Grund dafür ist die elektrische Gefährdung durch den unvollständigen Schutz gegen direktes Berühren beim Zerplatzen des Glaskolbens.

In der DIN VDE 0105-100 ist geregelt, welcher Personenkreis unter Spannung stehende Lampen und Zubehör auswechseln darf (Bild 5-50).

Bild 5-50: Auswechseln von unter Spannung stehenden Lampen und Zubehör

Nennspannung	Leistung	Laie	Elektrofachkraft/elektrotechnisch unterwiesene Person
bis 250 V	bis 200 W	ja	ja
bis 250 V	über 200–1 000 W	nein	ja
über 250 V	über 1 000 W	nein	nein

5.3.10 Prüfungen

Mit Prüfungen soll der ordnungsgemäße Zustand elektrischer Anlagen und Betriebsmittel sichergestellt und der Nachweis erbracht werden, dass die Errichtungsbestimmungen und Sicherheitsvorschriften eingehalten sind.

Schadhafte elektrische Anlagen und Betriebsmittel müssen einer weiteren Benutzung sofort entzogen werden.

5.3.10.1 Arbeitstägliche Sichtprüfung

Elektrische Anlagen und Betriebsmittel, insbesondere ortsveränderliche Betriebsmittel, sollten vor jeder Inbetriebnahme zusätzlich vom Benutzer einer Sichtprüfung auf äußerlich erkennbare Mängel unterzogen werden.

Die Sichtprüfung ist eine äußere Prüfung, die auch von elektrotechnischen Laien durchgeführt werden kann.

Man prüft auf äußerlich erkennbare Mängel, beginnend an der Stromquelle:

- Steckdose, lose, fehlende Abdeckungen, verbogene Schutzkontakte,
- Stecker, Gehäuse unbeschädigt,
- Anschlussleitung, Isolation, Risse, Leitungseinführung in Stecker oder in das Elektrowerkzeug, Zugentlastung, Knickschutz und
- Isolation, Gehäusezustand.

Schadhafte elektrische Betriebsmittel nicht benutzen! Sofort von einer Elektrofachkraft instand setzen lassen.

5.3.10.2 Elektrische Prüfungen

Prüfungen von elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln sind durchzuführen:

- vor der ersten Inbetriebnahme,
- vor der Wiederinbetriebnahme nach Instandsetzung oder Änderungen und
- in bestimmten Zeitabständen (wiederkehrende Prüfung).

Prüfungen können folgende Schritte umfassen:

- Besichtigen,
- Messen und
- Erproben.

Die Prüfungen vor der Inbetriebnahme und Wiederinbetriebnahme sowie die wiederkehrende Prüfung umfassen:

- Sichtprüfung auf äußerlich erkennbare Mängel mit zusätzlicher Kontrolle der elektrischen Verbindungen,
- Prüfung der Schutzmaßnahmen,
- Prüfung der Isolationswiderstände und
- Funktionsprüfung.

Die Fristen für die wiederkehrenden Prüfungen sind so zu bemessen, dass entstehende Mängel, mit denen gerechnet werden muss, rechtzeitig festgestellt werden.

Ortsfeste elektrische Anlagen und Betriebsmittel müssen entsprechend VDE 0105-100 regelmäßig durch eine Elektrofachkraft auf ordnungsgemäßen Zustand geprüft werden. Als Richtwert gilt nach Durchführungsanweisung § 5 BGV A 3 eine Frist von vier Jahren.

Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel sind Verschleiß unterliegende Arbeitsmittel im Sinne der Betriebssicherheitsverordnung und sind regelmäßig durch eine Elektrofachkraft oder bei Verwendung geeigneter Prüfgeräte durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person zu prüfen.

Diese Prüfung erfolgt nach Instandsetzung und Änderung nach der VDE 0701-1 und die wiederkehrende Prüfung nach VDE 0702.

Die Festlegung der Prüffristen gehört zur Unternehmerverantwortung. Je nach Beanspruchung der Betriebsmittel sind variable Prüffristen notwendig. Bei hoher Beanspruchung sind die Fristen zu verkürzen. Bei niedriger Beanspruchung dürfen die Fristen über den Richtwert hinaus bis zu einem Jahr verlängert werden.

Für den Einsatz von elektrischen Betriebsmitteln auf Bau- und Montagestellen sowie bei erhöhter elektrischer Gefährdung sollen kürzere Prüffristen eingehalten werden.

Hinweise zu den Beanspruchungskriterien, denen ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel unterliegen, gibt die BG-Information „Auswahl und Betrieb ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel nach Einsatzbereichen“ (BGI 600).

Als Kriterium zur Festlegung der Prüffristen gelten die Ausführungen der Durchführungsanweisung zur Unfallverhütungsvorschrift „Elektrische Anlagen und Betriebsmittel“ (BGV A 3). Das Maß zur Orientierungshilfe ist die bei der Prüfung auftretende Fehlerquote. Liegt diese unter 2 %, darf die Prüffrist verlängert werden. Die Fehlerquote ermittelt sich aus dem Anteil der Betriebsmittel mit Mängeln an der Gesamtzahl der geprüften Betriebsmittel.

Unternehmer, die diese Regelung nicht in Anspruch nehmen wollen, erfüllen die Schutzzielvorgaben der BGV A 3, wenn die in den Tabellen 1A und 1B der Durchführungsanweisung zu § 5 Abs. 1 Nr. 2 der BGV A 3 (siehe Anhang 1) aufgeführten Prüffristen eingehalten werden.

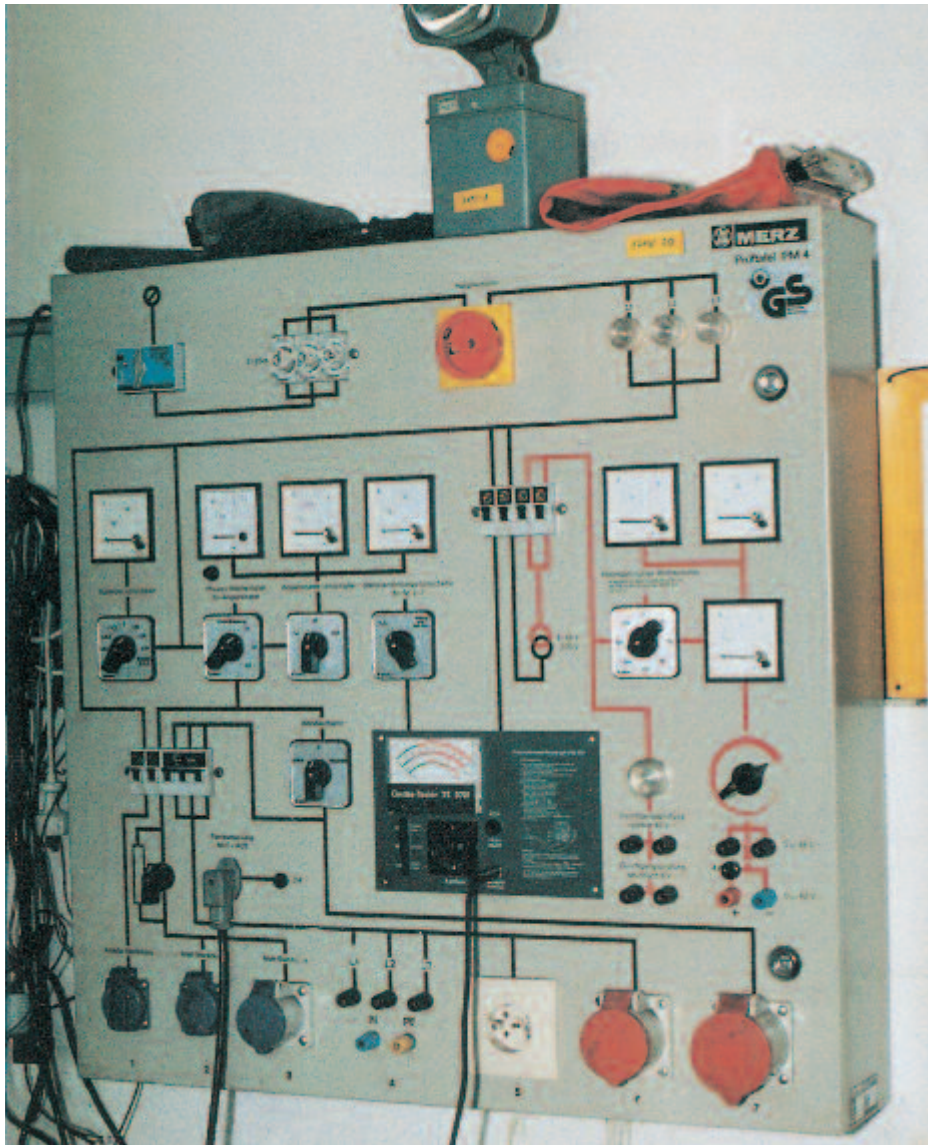
Die Elektroindustrie bietet verwendungsfertige Prüfgeräte an, welche die wiederkehrenden Prüfungen nach § 5 BGV A 3 an Elektrowerkzeugen, Leuchten, Verlängerungsleitungen usw. sowohl durch die Elektrofachkraft als auch durch eine elektrotechnisch unterwiesene Person bequem und gefahrlos ermöglichen (Bilder 5-51 bis 5-54 auf den Seiten 74 bis 76).

Bild 5-51: Prüfgerät für wiederkehrende Prüfungen von Elektrowerkzeugen, Leuchten, Verlängerungsleitungen usw., geeignet für die Benutzung durch elektrotechnisch unterwiesene Personen

Bild 5-52: Prüfgerät für die Prüfung nach Instandsetzungen und Wiederholungsprüfungen durch Elektrofachkräfte

Bild 5-53: Prüfanordnung (Prüfgerät, PC, Drucker) zum rechnergestützten Messablauf und zur Erfassung der Messdaten bei Wiederholungsprüfungen und nach Instandsetzungen

Bild 5-54: Prüftafel für Elektrofachkräfte



5.3.10.3 Prüfnachweis

Das Ergebnis der Prüfungen nach den Abschnitten 3.4.2.1, 3.4.2.2 und 3.4.2.5 ist gemäß § 11 der Betriebssicherheitsverordnung zu dokumentieren.

Der Prüfnachweis gilt als erbracht, wenn die geprüften und als mängelfrei beurteilten Anlagen und Betriebsmittel mit einer Kennzeichnung versehen werden. Als Kennzeichnung wird empfohlen, die Betriebsmittel z. B. mit einer Prüfplakette oder einer Banderole mit Angabe des nächsten Prüftermins zu versehen (Bild 5-55).

Es wird empfohlen, die Ergebnisse der Prüfungen zu dokumentieren.

Entsprechend BGV A 3 ist auf Verlangen der Berufsgenossenschaft ein Prüfbuch zu führen.

5.4 Nicht elektrotechnische Arbeiten

Zu den nicht elektrotechnischen Arbeiten zählen z. B. Hoch- und Tiefbauarbeiten, Gerüstbau, Montagearbeiten, Transportarbeiten, Anstrich- und Ausbesserungs-

Bild 5-55: Beispiele für Prüfplaketten

arbeiten, Arbeiten mit Hebezeugen und anderen Geräten **in der Nähe elektrischer Anlagen**, ohne dass diese Arbeiten im Zusammenhang mit der elektrischen Anlage stehen.

Bei nicht elektrotechnischen Arbeiten muss ein festgelegter Abstand nach Bild 5-56 unter Berücksichtigung der ungünstigsten Umstände eingehalten werden.

Werden diese Arbeiten unter der Aufsicht einer Elektrofachkraft bzw. einer elektrotechnisch unterwiesenen Person durchgeführt, dann können die Schutzabstände nach Bild 5-32 (siehe Seite 52) angewendet werden.

Liegen mehrere Systeme – Stromkreise – mit Nennspannungen über 1 kV auf einem gemeinsamen Freileitungsgestänge, sind bei Arbeiten am abgeschalteten System außer der Beachtung der zulässigen Annäherungen zusätzlich die Systeme, z. B. durch Nummern, Zeichen oder Farben, zu kennzeichnen, um jede Verwechselung auszuschließen. Diese Schutzmaßnahme kann dadurch ergänzt werden, dass die Arbeitenden beispielsweise Armbinden mit den Merkmalen des freigeschalteten Systems tragen.

Müssen Leitungen unterhalb der Arbeitsstelle unter Spannung bleiben, können Gefahren, z. B. durch herabfallende Werkzeuge, herabhängende Drähte oder Seile, entstehen. Deshalb ist eine entsprechend vorsichtige Arbeitsweise erforderlich.

Bei Arbeiten an Masten für Freileitungen mit Nennspannungen über 30 kV müssen vorhandene Fernmeldeleitungen geerdet und kurzgeschlossen werden, auch wenn die Freileitungen bereits abgeschaltet sind. Vorher dürfen Fernmeldeleitungen keinesfalls berührt werden.

Werden Leitungen oder Luftkabel ober- oder unterhalb zu kreuzenden Leitungen gezogen, die unter Spannung bleiben müssen, so ist durch besondere Vorrichtungen oder Maßnahmen dafür zu sorgen, dass sie beim Ziehen und Spannen oder beim Herunterfallen nicht die kreuzenden Leitungen berühren. Als Schutzvorrichtung werden Holzgerüste empfohlen, da Prelldrähte unterhalb der Leitungen nicht immer genügen.

Bild 5-56: Annäherungszone, Schutzabstände für Bauarbeiten und sonstige nicht elektrotechnische Arbeiten

Netz-Nennspannung U_n (Effektivwert) kV	Äußere Grenze der Annäherungszone D_V, Schutzabstand (Abstand in Luft von ungeschützten unter Spannung stehenden Teilen) m
bis 1	1,0
über 1 bis 110	3,0
über 110 bis 220	4,0
über 220 bis 380	5,0

Alle Beschäftigten sind vor Beginn der Arbeiten ausführlich zu unterrichten, wobei auch der Arbeitsbereich genau anzugeben ist. Bei länger dauernden Arbeiten und bei jeder Änderung der Tätigkeit muss die Unterweisung wiederholt werden.

Was tun, wenn...
Gerät aus dem Gefahrenbereich bringen:
herausfahren, herausschwenken, Ausleger verstellen!
Ist dies nicht möglich:
Führerstand nicht verlassen!
Außenstehende auffordern, Abstand zu halten!
Veranlassen, den Strom abzuschalten!

Bild 5-57: Bildtafel für Unterweisungen

6 Arbeiten in der Höhe

6.1 Leitern

Anlegeleitern dürfen grundsätzlich nicht als Arbeitsplatz verwendet werden. Werden die folgenden Punkte erfüllt, kann in Ausnahmefällen davon abgewichen werden:

- der Standplatz auf der Leiter liegt nicht höher als 7,00 m über der Aufstellfläche
- die auszuführenden Arbeiten sind objektbezogen und dauern nicht mehr als zwei Stunden (bei der Ermittlung der Zeit ist nicht die Dauer der einzelnen Tätigkeiten zu betrachten, sondern die Gesamtdauer der gleichartigen, sich wiederholenden Tätigkeiten)
- das mitzuführende Werkzeug und Material überschreitet nicht 10 kg
- es werden keine Gegenstände mit einer Windangriffsfläche über 1 m² mitgeführt
- es werden keine Stoffe oder Geräte benutzt, von denen zusätzliche Gefahren ausgehen
- der bei den Arbeiten erforderliche Kraftaufwand reicht nicht aus, die Leiter umzukippen
- der Mitarbeiter steht mit beiden Füßen auf einer Sprosse

Bei der Benutzung von Anlegeleitern muss besonders beachtet werden:

- nur unbeschädigte Leitern verwenden
- Leitern standsicher aufstellen und gegen Wegrutschen, Umfallen und Einsinken, z. B. durch Festbinden, sichern
- Leitern im Verkehrsbereich durch Absperrungen o. Ä. sichern
- Anstellwinkel von 65° bis 75° einhalten (siehe auch Bild 6-1)

Zusätzlich gilt für die Benutzung von Stehleitern:

- nicht als Anlegeleiter benutzen (außer vom Hersteller ausdrücklich zugelassen)
- nicht auf andere hochgelegene Arbeitsplätze übersteigen

Bild 6-1: So lässt sich der richtige Anstellwinkel leicht ermitteln

- Vorhandensein einer fest angebrachten und fest sitzenden Spreizsicherung (siehe Bild 6-2)

Leitern dürfen aufgrund des hohen Unfallgeschehens nur als Aufstiege verwendet werden, wenn eines der folgenden Kriterien gegeben ist:

- Der zu überbrückende Höhenunterschied beträgt nicht mehr als 5,00 m.
- Der Aufstieg wird nur für kurzzeitige Bauarbeiten (d. h. maximal zwei Personentage) benötigt.
- Die Leitern in Gerüsten als Gerüstinnenleitern eingebaut werden, die nicht mehr als zwei Gerüstlagen miteinander verbinden.
- Die Leitern an Gerüsten als Gerüstaußenleitern angebaut sind und die Gerüstlagen nicht höher als 5,00 m über einer ausreichend breiten und tragfähigen Fläche liegen.
- In Gerüsten der Einbau innen liegender Aufstiege aus konstruktiven Gründen nicht möglich ist.

Bild 6-2: Fest angebrachte und fest sitzende Spreizsicherung und verstellbare Länge der Leiterfüße, um Unebenheiten der Standfläche ausgleichen zu können

Was weiterhin beim Umgang mit Leitern zu beachten ist, wird detailliert in der BG-Information „Handlungsanleitung für den sicheren Umgang mit Leitern und Tritten“ (BGI 694) ausgeführt.

6.2 Gerüste

Jeder Vorgesetzte ist dafür verantwortlich, dass sich von den Mitarbeitern zu benutzende Gerüste in einem ordnungsgemäßen Zustand befinden. Deshalb muss er sicherstellen, dass das Gerüst vor jeder Benutzung auf augenfällige Mängel überprüft wird.

Solche Mängel sind insbesondere:

- nicht tragfähiger Untergrund
- fehlende Verankerungen
- unzureichende Aufstiege
- beschädigte oder fehlende Gerüstbeläge
- unzureichender Seitenschutz
- ein Abstand von mehr als 30 cm zu tragfähigen Gebäudeteilen

Konstruktive Veränderungen am Gerüst dürfen nur durch den Gerüstersteller vorgenommen werden.

Der Gerüstbenutzer hat dafür zu sorgen, dass auf dem Gerüst keine größeren Lasten abgestellt werden, als für die Benutzung geplant wurde.

Nähere Informationen sind in der BG-Information „Handlungsanleitung für den Umgang mit Arbeits- und Schutzgerüsten“ (BGI 663) zu finden.

Fahrbare Gerüste (DIN EN 4420-3)

Fahrbare Gerüste können aus Gerüstbaumaterialien von Systemgerüsten sowie aus Stahlrohren und Kupplungen erstellt werden. Die fahrbaren Gerüste aus Materialien von Systemgerüsten (Rahmen- oder Modulgerüste) sind in ihrer Aufbaufolge in den Aufbau- und Verwendungsanleitungen der Hersteller beschrieben. Diese müssen eingehalten werden.

Fahrbare Arbeitsbühnen (DIN EN 1004)

Fahrbare Arbeitsbühnen nach DIN EN 1004 bestehen aus Aluminium-Bauteilen mit in Länge und Breite unveränderlichen Belagabmessungen. Bei diesen Bühnen ist die Aufbau- und Verwendungsanleitung des Herstellers strikt einzuhalten. Sie muss sich auf der Baustelle befinden.

6.3 Weitere Gerüste zum Arbeiten in der Höhe

Je nach Art der auszuführenden Arbeiten und den jeweiligen Verhältnissen an der Arbeitsstelle können noch andere Geräte zum Arbeiten in der Höhe genutzt werden. Sie sollen im Folgenden nur genannt und auf weiterführende Schriften verwiesen werden.

Hochziehbare Personenaufnahmemittel

Hochziehbare Personenaufnahmemittel (PAM) sind Arbeitskörbe, die mit Hebezeugen verfahren werden.

BG-Regel „Hochziehbare Personenaufnahmemittel“ (BGR 159)

Hubarbeitsbühnen

Hubarbeitsbühnen sind sichere und ergonomische Arbeitsplätze, wenn die Benutzer ausreichend im Umgang mit den Geräten unterwiesen und in die Arbeitsaufgabe eingewiesen sind.

BG-Information „Sicherer Umgang mit fahrbaren Hubarbeitsbühnen“ (BGI 720)

Arbeitsbühnen für Gabelstapler

Mit Gabelstaplern dürfen Personen für Arbeiten in der Höhe nur mit speziellen Arbeitsbühnen angehoben werden.

Die Arbeitsbühne muss am Stapler formschlüssig, z. B. mit einer Kette, Riegel usw., befestig sein. Zur Verhinderung des seitlichen Abkippens müssen an der Arbeitsbühne Taschen zur Aufnahme der Staplergabel vorhanden sein. Ein mindestens 1,00 m hoher Seitenschutz mit Zwischen- und Fußleiste und eine Schutzeinrichtung, die einen Eingriff in das Hubwerk des Staplers verhindert (z. B. Gitter) müssen vorhanden sein.

Unfallverhütungsvorschrift „Flurförderzeuge“ (BGV D 27)

Bild 6-3:
Beispiel einer Arbeitsbühne für Gabelstapler

7 Sicherheit beim Umgang mit Werkzeug und Gerät

Die Unfallzahlen beweisen, dass beschädigtes, ungepflegtes oder ungeeignetes Werkzeug Gefahren bringt.

Es ist eine Tatsache, dass man nur mit einwandfreiem Werkzeug gut und sicher arbeiten kann (Bild 7-1).

Deshalb ist besonders zu beachten:

Meißel dürfen keinen Grat am Kopf haben; denn ein absplitternder Grat bedeutet eine erhebliche Unfallgefahr. Zum Schutz der Augen ist beim Meißeln eine Schutzbrille zu tragen.

Beim Hammer müssen Hammerstiel und -kopf fest miteinander verkeilt sein.

Schraubendreher nicht als Treibgeräte oder Stecheisen verwenden. Schraubendreherklingen müssen flach und dürfen nicht keilförmig angeschliffen sein.

Schraubenschlüssel nicht durch Aufstecken von Rohren verlängern und nur Werkzeuge mit der richtigen Schlüsselweite benutzen.

Bei Feilen das Feilenblatt und den Feilengriff fest miteinander verbinden. Der Griff darf sich während des Feilens nicht lösen.

Auch die richtige Aufbewahrung des Werkzeuges ist von großer Bedeutung.

Ungeschützte und scharfe Gegenstände führen immer wieder zu schweren Verletzungen. Meißel, offene Messer usw. gehören daher nicht in die Taschen der Arbeitskleidung.

Das Gleiche gilt auch für die in der Werkzeugtasche oder im Werkzeugkasten liegenden Gegenstände (Bild 7-2). Werkzeugtaschen mit Halterungen zum Einstecken der einzelnen Werkzeuge haben sich gut bewährt und helfen auch, Ordnung am Arbeitsplatz zu halten.

Bild 7-1: Werkzeuge müssen den Sicherheitsregeln entsprechen

Bild 7-2: In dieser Werkzeugtasche und in diesem Werkzeugkasten ist jedes Werkzeug griffbereit

Werkzeuge dürfen nicht auf Leitern, Gerüsten oder anderen hoch gelegenen Arbeitsplätzen liegen gelassen werden. Schon oft sind Personen durch herabfallende Hämmer, Zangen oder Meißel schwer verletzt worden.

Schleifarbeiten sind zum Instandhalten der Werkzeuge oft erforderlich. Auch kleinere Schleifmaschinen müssen mit nachstellbaren Schutzhauben versehen sein, die beim Zerspringen der Schleifkörper entstehende Bruchstücke auffangen.

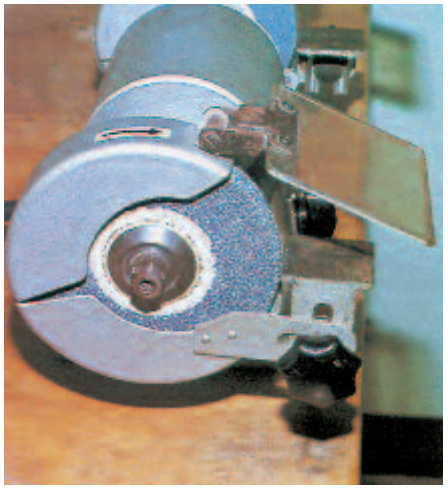
Schutzbrillen verhindern Augenverletzungen. Vom Tragen einer Schutzbrille darf nur dann abgesehen werden, wenn an den Schleifmaschinen Schutzfenster aus nicht splitterndem Glas angebracht sind und wenn es sich bei den Schleifarbeiten um leichtere kurzfristige Arbeiten handelt – z. B. Bohrer anschleifen.

Die Schleifkörper müssen beidseitig mit gleich großen und auf der Anlageseite gleich geformten Spannflanschen aufgespannt sein, deren Mindestdurchmesser bei geraden Schleifscheiben und Verwendung von Schutzhauben ⅓ des Scheibendurchmessers betragen muss.

Die Werkstückauflagen müssen stets dicht an die Schleifscheiben herangestellt werden. Der Abstand darf nicht mehr als 3 mm betragen.

Bild 7-3: Werkzeuge dürfen nicht auf Leitern abgelegt werden

Bild 7-4: So sieht ein vorschriftsmäßiger Schleifblock mit Schutzfenster aus nicht splitterndem Glas aus



Bolzensetzwerkzeuge

Bolzen werden entweder mit Hammerschlägen und Hand-Schlagdübeln oder durch Pulverkraft mittels Bolzensetzwerkzeugen eingetrieben.

Bei den Bolzensetzwerkzeugen wird unterschieden in Bolzenschub- und Bolzentreibwerkzeuge. Letztere dürfen im gewerblichen Bereich nicht verwendet werden!

Die Anforderungen an Bolzensetzwerkzeuge sind in der Unfallverhütungsvorschrift „Arbeiten mit Schussapparaten“ (BGV D 9) enthalten.

Zu jedem Schussapparat muss eine Bedienungsanleitung des Herstellers an der Verwendungsstelle vorhanden sein. Bei Schussapparaten mit Gerätekasten ist diese Bedienungsanleitung im Gerätekasten aufzubewahren.

Bolzenschubwerkzeuge müssen folgende Kennzeichnungen tragen:

- PTB-Zulassungszeichen (Bild 7-5),
- Hersteller, Lieferer,
- Typenbezeichnung,
- Bezeichnung der vorgeschriebenen Munition,
- Fabrikationsnummer und
- Prüfzeichen (Bild 7-6).

Bolzensetzwerkzeuge dürfen nur von zuverlässigen und umsichtigen Personen selbstständig benutzt werden, die das 18. Lebensjahr vollendet und dem Unternehmer nachgewiesen haben, dass sie

Bild 7-5: Zulassungszeichen für Bolzenschubwerkzeuge der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt

Bild 7-6: Prüfzeichen für Bolzenschubwerkzeug. Es ist bis zwei Jahre nach erfolgter Prüfung gültig. Die Zahl des Quartals, in dem das Gerät geprüft wurde, zeigt in Richtung der Laufmündung

mit der Bedienung des Gerätes vertraut sind und die beim Arbeiten mit dem Gerät auftretenden Gefahren kennen. Ausgenommen sind Jugendliche über 16 Jahre, soweit

- dies zur Erreichung ihres Ausbildungszieles erforderlich und
- ihr Schutz durch die Aufsicht eines Fachkundigen gewährleistet ist.

Nur für das Gerät zugelassene Bolzen dürfen verwendet werden. In ungeeignete Werkstoffe oder Bauteile dürfen keine Setzbolzen mit Bolzensetzwerkzeugen eingetrieben werden. Geeignet sind z. B. Beton der Festigkeitsklasse B5-B10, Leichtmetall, Baustahl, Stahlguss, Vollsteinmauerwerk. Bei jeder Handhabung, wie Aufnehmen, Laden, Auseinandernehmen, Reinigen, Beseitigen von Störungen oder Weglegen, ist der Lauf stets schräg nach unten und vom Körper weg zu halten. Geladene Bolzensetzwerkzeuge dürfen nicht aus der Hand gelegt werden. Kann ein geladenes Gerät nicht sofort ausgelöst werden, so ist es wieder zu entladen.

Benutzer und Helfer müssen sich beim Bolzensetzen hinter der Laufmündung des Bolzensetzwerkzeuges aufhalten, damit sie nicht von zurückprallenden oder abspringenden Teilen getroffen werden können.

Bolzensetzwerkzeuge dürfen nur von einem standsicheren Arbeitsplatz aus bedient werden. Das gilt auch vor allem für Arbeiten auf Leitern und Gerüsten.

Bei Arbeiten mit Bolzensetzwerkzeugen müssen Schutzhelm und Schutzbrille mit Seitenschutz getragen werden (Bild 7-7).

Alle Bolzensetzwerkzeuge müssen nach Bedarf – jedoch mindestens im Zeitabstand von zwei Jahren – einer Prüfung auf Arbeitssicherheit durch den Hersteller oder durch einen vom Hersteller Beauftragten unterzogen werden. Die hierüber ausgestellte Prüfungsbescheinigung ist sorgfältig aufzubewahren. Außerdem müssen Bolzensetzwerkzeuge zusätzlich neben dem Zulassungszeichen das gültige Prüfzeichen tragen.

Bild 7-7: Bolzenschubwerkzeug; Arbeitsschutzhelm, Schutzbrille für Bedienungsmann, Schutzkappe für Gerät

8 Schutzhelme

Durch das Tragen von Schutzhelmen können Kopfverletzungen verhütet oder Verletzungsfolgen weitgehend gemildert werden (Bild 8-1). Auch kleine und verhältnismäßig leichte Gegenstände können die Schädeldecke durchschlagen. Bei allen Tätigkeiten, bei denen durch herabfallende, umfallende oder fortgeschleuderte Gegenstände, durch pendelnde Lasten und durch Anstoßen an Hindernisse Kopfverletzungen auftreten können, ist deshalb das Tragen eines Schutzhelms vorgeschrieben (§§ 29, 30 Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ [BGV A 1]).

Moderne Schutzhelme aus Kunststoff sind leicht und trotzdem stabil (Bild 8-2). Jedoch muss beachtet werden, dass die aus thermoplastischen Kunststoffen hergestellten Schutzhelme je nach dem verwendeten Werkstoff einer gewissen Alterung und damit möglichen Minderung der Schutzeigenschaften unterliegen. Die Alterung hängt ab von der ultravioletten Strahlung in Verbindung mit den klimatischen Verhältnissen, dem Einsatzort, der Benutzungsdauer, der Lagerung usw. Der Hersteller ist verpflichtet, Angaben über die Nutzungsdauer zu machen. Zur Groborientierung über die Versprödung der Helmschale aus Thermoplasten wird ein so genannter Knacktest empfohlen.

Das Herstellungsdatum eines Schutzhelmes ist in den Helm eingeprägt. Selbstverständlich dürfen Schutzhelme nach einer starken Beaufschlagung nicht mehr weiter benutzt werden.

Bei Arbeiten in elektrischen Anlagen sind Schutzhelme nach DIN EN 397 „Industrieschutzhelme“ mit zusätzlicher elektrischer Isolierung empfehlenswert, weil sie zugleich einen gewissen Schutz gegen zufällige Berührung unter Spannung stehender Teile bieten. Derartige Helme enthalten in der Kennzeichnung zusätzlich die Angabe „440 Vac“.

Einzelheiten können der BG-Regel „Benutzung von Kopfschutz“ (BGR 193) entnommen werden.

Bild 8-1: Ein Loch im Schutzhelm, aber nicht in der Schädeldecke

Bild 8-2: Schutzhelm für „normale“ Montagearbeiten

9 Sicherheitsschuhe

Wenn schwere Gegenstände getragen werden müssen, wenn mit Umfallen oder Herabfallen von Gegenständen oder Anstoßen an Gegenstände oder Hindernisse gerechnet werden muss, ist das Tragen von Fußschutz unerlässlich. Der Unternehmer muss geeigneten Fußschutz zur Verfügung stellen. Beides ist in §§ 29, 30 Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1) festgelegt.

Die Schutzwirkung von Sicherheitsschuhen wird durch die eingebaute Zehenschutzkappe erreicht. Soll zusätzlich das Eintreten in spitze Gegenstände – z. B. Nägel – verhindert werden, sind Sicherheitsschuhe mit durchtrittsicherem Unterbau zu verwenden.

Sicherheitsschuhe sind heute kaum noch von festen Straßenschuhen zu unterscheiden (Bild 9-1). Sicherheitsstiefel sind dann zu empfehlen, wenn mit einem Umknicken des Fußes gerechnet werden muss, z. B. im „freien Gelände“, auf Baustellen.

Für die Elektrofachkraft ist darüber hinaus die isolierende Wirkung der Fußbekleidung von großer Bedeutung.

Einzelheiten können der BG-Regel „Benutzung von Fuß- und Knieschutz“ (BGR 191) entnommen werden.

Bild 9-1: Sicherheitsschuhe

10 Brandbekämpfung

„Ruhe bewahren“ ist das wichtigste Gebot bei jedem Brand! Der Standort von Feuerlöschgeräten muss bekannt sein. Feuerlöscher müssen jederzeit schnell und leicht erreichbar sowie einsatzbereit sein.

Vor Beginn der Brandbekämpfung in oder an elektrischen Anlagen sollte die Anlage – möglichst unter Einhaltung der fünf Sicherheitsregeln – freigeschaltet werden.

In der europäischen Norm DIN EN 2 „Brandklassen“ wird für Brände in Gegenwart elektrischer Spannung keine eigenständige Brandklasse ausgewiesen. Um die Gefährdungen bei der Brandbekämpfung in oder an elektrischen Anlagen gering zu halten, müssen auf der Gebrauchsanleitung des Feuerlöschers die zulässige Spannung und der einzuhaltende Mindestabstand angegeben sein (Bilder 10-1 bis 10-3).

Bei der Brandbekämpfung in elektrischen Anlagen und in deren Bereich ist DIN VDE 0132 „Brandbekämpfung im Bereich elektrischer Anlagen“ zu beachten.

Besondere Maßnahmen sind beim Löschen von Bränden PCB-haltiger Kühl- und Isolierflüssigkeiten von Transformatoren und Kondensatoren zu treffen.

Für jeden Brandfall sind als vorbeugende organisatorische Maßnahmen

- eine Brandschutzordnung nach DIN 14096 (Bild 10-4 auf Seite 97) und
- ein Alarmplan (Bild 10-5 auf Seite 98)

aufzustellen.

Weitere Informationen siehe BG-Information „Arbeitssicherheit durch vorbeugenden Brandschutz“ (BGI 560).

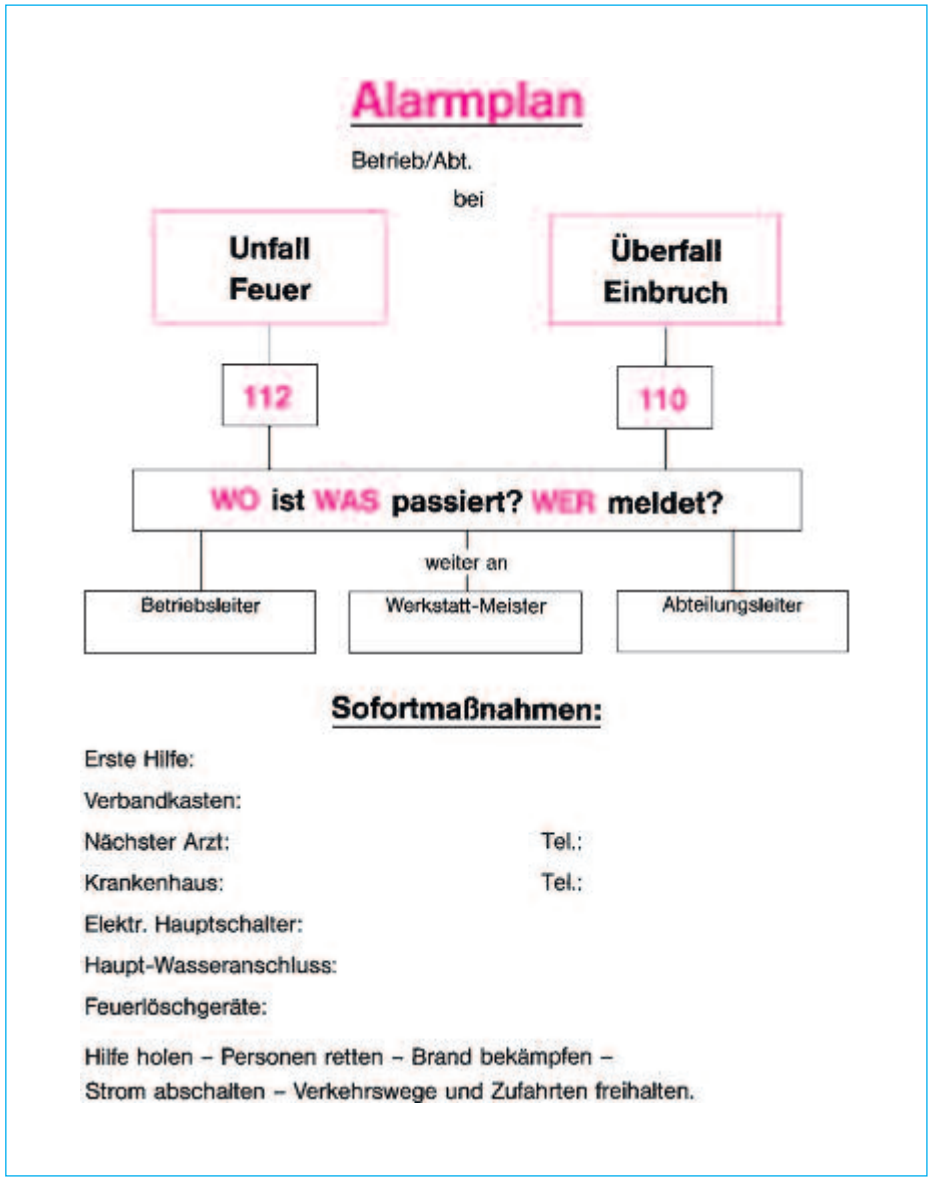
Bild 10-1: Beschriftungen von Feuerlöschern verschiedener Hersteller nach DIN EN 3, ***Beispiel 1***

Bild 10-2: Beschriftungen von Feuerlöschern verschiedener Hersteller nach DIN EN 3, ***Beispiel 2***

Bild 10-3: Beschriftungen von Feuerlöschern verschiedener Hersteller nach DIN EN 3, ***Beispiel 3***

Bild 10-4: Brandschutzordnung nach DIN 14096, Texte als Entwürfe

Bild 10-5: Alarmplan für kleine Betriebe



11 Erste Hilfe

Die ersten Hilfsmaßnahmen am Unfallort sind oftmals entscheidend für den späteren Heilverlauf einer Verletzung oder gar für die Rettung eines Mitarbeiters. Deshalb sind gut ausgebildete Ersthelfer erforderlich, damit sie schnell und richtig helfen können.

Erste-Hilfe-Maßnahmen können keine ärztliche Hilfe ersetzen. Sie sollen aber dem Verletzten bis zum Eintreffen des Arztes durch einfache Maßnahmen schnell, sicher und schonend helfen, ihn vor weiterem Schaden bewahren und eine Verschlimmerung seines Zustandes verhindern.

§ 26 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1) fordert für jeden Betrieb bis zu 20 Versicherten mindestens einen von einer anerkannten Stelle ausgebildeten Ersthelfer. Die Unterweisung „Sofortmaßnahmen am Unfallort nach § 8a StVZO“ reicht nicht aus.

In Betrieben mit mehr als 20 Versicherten muss mindestens jeder Zehnte der Anwesenden ein ausgebildeter Ersthelfer sein. Eine Wiederholung der bisherigen Ausbildung ist in regelmäßigen Abständen erforderlich.

Auch ein guter Ersthelfer kann nur wirksam arbeiten, wenn er für die unterschiedlichen Verletzungsfälle geeignetes Verbandmaterial in ausreichender Menge zur Verfügung hat; rechtzeitiges Erneuern bzw. Ergänzen ist erforderlich. Die Aufbewahrung muss so erfolgen, dass das Verbandzeug gegen schädigende Einflüsse geschützt und im Bedarfsfall erreichbar ist.

In jedem Betrieb muss mindestens ein Verbandkasten (DIN 13157 Verbandkasten C) vorhanden sein.

Auch kleine Wunden müssen beachtet und versorgt werden.

Über jede Erste-Hilfe-Leistung müssen Aufzeichnungen geführt und fünf Jahre lang aufbewahrt werden. Es wird empfohlen, das kleine bzw. große Verbandbuch zu verwenden; denn es enthält alle Fragen, die im Zusammenhang mit einer Erste-Hilfe-Leistung beantwortet werden müssen.

Jede Verletzung und jeder Gesundheitsschaden aus Anlass eines Arbeitsunfalles ist der zuständigen betrieblichen Stelle unverzüglich zu melden.

12 Erste Hilfe bei Unfällen durch elektrischen Strom

Zusatzausbildung

Bei Arbeiten an unter Spannung stehenden elektrischen Anlagen und Betriebsmitteln ist bei elektrischen Unfällen mit Herz-Kreislauf-Versagen zu rechnen. Werden in Ausnahmefällen solche Arbeiten durchgeführt, sollten Ersthelfer mit einer Zusatzausbildung in Herz-Lungen-Wiederbelebung vorhanden sein. Die Zusatzausbildung kann im Rahmen der Grundausbildung in Erster Hilfe mit erworben werden. Sie sollte jährlich wiederholt werden, um diese Technik in der Unfallsituation sicher zu beherrschen.

Maßnahmen bei Spannungen bis 1 000 V

- Sofortige Stromkreisunterbrechung, z. B. durch Ausschalten, Stecker ziehen, Herausdrehen der Sicherung. Wenn diese Maßnahmen nicht sofort möglich sind, muss der Verunglückte durch Ziehen an seinen Kleidern oder mit elektrisch nicht leitenden Gegenständen von den Strom führenden Teilen getrennt werden. Der Helfer darf sich dabei nicht selbst gefährden! Er muss dann seinen Standort isolieren, z. B. mit Plastiktüten, einem trockenen Brett, Zeitungen o. Ä.,
- Verletzten in Ruhelage bringen,
- Kontrolle von Atmung und Puls,
- Atemspende bei Atemstillstand,
- Herz-Lungen-Wiederbelebung bei Kreislaufstillstand,
- Seitenlagerung bei Bewusstlosigkeit und vorhandener Atmung,
- keimfreie Bedeckung der Brandwunden

  und
- Notarzt rufen.

Maßnahmen bei Spannungen über 1 kV (Hochspannung)

- Notruf: Hochspannungsunfall,
- Rettungsmaßnahmen einleiten, z. B. Schalthandlungen. Diese dürfen nur durch Fachpersonal (Schaltberechtigte) durchgeführt werden!
- Erste-Hilfe-Maßnahmen wie bei Spannungen bis 1 000 V.

Achtung: Annäherung nur bis 5 m!

13 Erläuterung des IP-Codes für „Schutzarten durch Gehäuse“ nach DIN VDE 0470 Teil 1

Der IP-Code ist ein internationales Bezeichnungssystem, um die Schutzart (die Schutzgrade) durch ein Gehäuse gegen

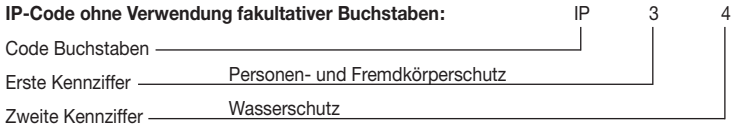
- den Zugang von Personen zu gefährlichen Teilen (elektrisch und mechanisch),
- das Eindringen von festen Fremdkörpern

  und
- das Eindringen von Wasser

anzuzeigen sowie ggf. zusätzliche Informationen in Verbindung mit einem solchen Schutz anzugeben.

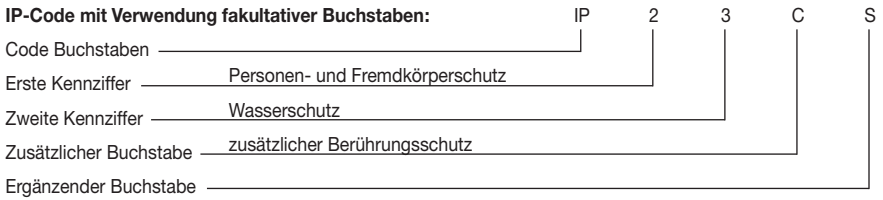
Bild 13-1: Bezeichnungsbeispiele mit dem IP-Code

IP-Code ohne Verwendung fakultativer Buchstaben:



Ein Gehäuse mit dieser Bezeichnung (IP-Code)
3 – schützt Personen, die mit Werkzeugen mit einem Durchmesser von 2,5 mm und größer umgehen, gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen;
– schützt das Betriebsmittel innerhalb des Gehäuses gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser von 2,5 mm und größer;
4 – schützt das Betriebsmittel innerhalb des Gehäuses gegen schädliche Wirkungen durch Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse (drucklos) gespritzt wird.

IP-Code mit Verwendung fakultativer Buchstaben:



Ein Gehäuse mit dieser Bezeichnung (IP-Code)
2 – schützt Personen gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen mit Fingern;
– schützt das Betriebsmittel innerhalb des Gehäuses gegen Eindringen von festen Fremdkörpern mit einem Durchmesser von 12,5 mm und größer;
3 – schützt das Betriebsmittel innerhalb des Gehäuses gegen schädliche Wirkungen durch Wasser, das gegen das Gehäuse gesprüht wird;
C – schützt Personen, die mit Werkzeugen mit einem Durchmesser von 2,5 mm und größer und einer Länge nicht über 100 mm umgehen, gegen den Zugang zu gefährlichen Teilen (das Werkzeug kann in das Gehäuse bis zu seiner vollen Länge eindringen);
S – wird für den Schutz gegen schädliche Wirkungen durch das Eindringen von Wasser geprüft, während alle Teile des Betriebsmittels im Stillstand sind.

Bild 13-2: IP-Code für „Schutzarten durch Gehäuse“ nach DIN VDE 0470 Teil 1

Bestandteil	Ziffern oder Buchstaben	Bedeutung für den Schutz des **Betriebsmittels**	Bedeutung für den Schutz von **Personen**
Code Buchstaben	IP	Gegen Eindringen von festen Fremdkörpern	Gegen Zugang zu gefährlichen Teilen mit
Erste Kennziffer	0 ▪ 1 2 3 4 5 6	(nicht geschützt) ≥ 50 mm Durchmesser ≥ 12,5 mm Durchmesser ≥ 2,5 mm Durchmesser ≥ 1,0 mm Durchmesser staubgeschützt staubdicht	(nicht geschützt) Handrücken Finger Werkzeug Draht Draht Draht
Zweite Kennziffer		Gegen Eindringen von Wasser mit schädlichen Wirkungen	
	▪ 0 1 2 3 4 5 6 7 8	(nicht geschützt) senkrechtes Tropfen Tropfen (15° Neigung) Sprühwasser Spritzwasser Strahlwasser starkes Strahlwasser zeitweiliges Untertauchen dauerndes Untertauchen	—
Zusätzlicher Buchstabe (fakultativ)	A B C D	—	Handrücken Finger Werkzeug Draht
Ergänzender Buchstabe (fakultativ)	H M S W	Ergänzende Information speziell für Hochspannungsgeräte Bewegung während Wasserprüfung Stillstand während Wasserprüfung Wetterbedingungen	—

Bild 13-3: Annähernde Zuordnung des IP-Codes zu den Bildzeichen und Symbolen nach DIN VDE IEC Publ. 598-1

	Schutzgrad	Bedeutung des Schutzgrades mit Kurzbeschreibung und Definition für den Schutz des Gehäuses	Bildzeichen/Symbole nach DIN VDE IEC Publ. 598-1 und annähernde Zuordnung zum IP-Code
Erste Kennziffer		**Staubschutz**	
	IP5.	Staubgeschützt. Eindringen von Staub nicht vollständig verhindert (unschädliche Menge).	staubgeschützt
	IP6.	Staubdicht. Staub darf nicht eindringen.	staubdicht
Zweite Kennziffer		**Wasserschutz**	
	IP.0	Nicht geschützt	
	IP.1	Geschützt gegen Tropfwasser. Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben.	tropfwassergeschützt
	IP.2	Geschützt gegen Tropfwasser, wenn das Gehäuse bis zu 15° geneigt ist. Senkrecht fallende Tropfen dürfen keine schädlichen Wirkungen haben, wenn Gehäuse um einen Winkel bis zu 15° beiderseits der Senkrechten geneigt ist.	tropfwassergeschützt
	IP.3	Geschützt gegen Sprühwasser. Wasser, das in einem Winkel bis zu 60° beiderseits der Senkrechten gesprüht wird, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	sprühwasser- und regengeschützt
	IP.4	Geschützt gegen Spritzwasser. Wasser, das aus jeder Richtung gegen das Gehäuse spritzt, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	spritzwassergeschützt
	IP.5	Geschützt gegen Strahlwasser. Wasser, das aus jeder Richtung als Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	strahlwassergeschützt
	IP.6	Geschützt gegen starkes Strahlwasser. Wasser, das aus jeder Richtung als starker Strahl gegen das Gehäuse gerichtet ist, darf keine schädlichen Wirkungen haben.	wasserdicht
	IP.7	Geschützt gegen die Wirkungen beim zeitweiligen Untertauchen in Wasser. Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse unter genormten Druck- und Zeitbedingungen zeitweilig in Wasser untergetaucht ist.	eintauchgeschützt, wasserdicht
	IP.8	Geschützt gegen die Wirkungen beim dauernden Untertauchen in Wasser. Wasser darf nicht in einer Menge eintreten, die schädliche Wirkungen verursacht, wenn das Gehäuse dauernd unter Wasser getaucht ist unter Bedingungen, die zwischen Hersteller und Anwender vereinbart werden müssen. Die Bedingungen müssen jedoch schwieriger sein als für Kennziffer 7.	…bar …m untertauchgeschützt, druckwasserdicht

Anhang 1

Tabelle 1A: Wiederholungsprüfungen ortsfester elektrischer Anlagen und Betriebsmittel

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist	Art der Prüfung	Prüfer
Elektrische Anlagen und ortsfeste Betriebsmittel	4 Jahre	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft
Elektrische Anlagen und ortsfeste elektrische Betriebsmittel in „Betriebsstätten, Räumen und Anlagen besonderer Art“ (DIN VDE 0100 Gruppe 700)	1 Jahr		
Schutzmaßnahmen mit Fehlerstrom-Schutzeinrichtungen in nicht stationären Anlagen	1 Monat	auf Wirksamkeit	Elektrofachkraft oder elektrotechnisch unterwiesene Person bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte
Fehlerstrom-, Differenzstrom- und Fehlerspannungs-Schutzschalter • in stationären Anlagen • in nicht stationären Anlagen	6 Monate arbeitstäglich	auf einwandfreie Funktion durch Betätigen der Prüfeinrichtung	Benutzer

Tabelle 1B: Wiederholungsprüfungen ortsveränderlicher elektrischer Betriebsmittel

Anlage/Betriebsmittel	Prüffrist Richt- und Maximalwerte	Art der Prüfung	Prüfer
Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel (soweit benutzt) Verlängerungs- und Geräteanschlussleitungen mit Steckvorrichtungen Anschlussleitungen mit Stecker bewegliche Leitungen mit Stecker und Festanschluss	Richtwert 6 Monate, auf Baustellen 3 Monate*). Wird bei den Prüfungen eine Fehlerquote < 2 % erreicht, kann die Prüffrist entsprechend verlängert werden. Maximalwerte: Auf **Baustellen**, in **Fertigungsstätten** und **Werkstätten** oder unter ähnlichen Bedingungen ein Jahr, in **Büros** oder unter ähnlichen Bedingungen zwei Jahre.	auf ordnungsgemäßen Zustand	Elektrofachkraft, bei Verwendung geeigneter Mess- und Prüfgeräte auch elektrotechnisch unterwiesene Person

*) Konkretisierung siehe „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz – Auswahl und Betrieb elektrischer Anlagen und Betriebsmittel auf Baustellen“.

Anhang 2

Firmenkopf

Muster-Bestätigung der Übertragung von Unternehmerpflichten als verantwortliche Elektrofachkraft (vEFK)

aufgrund der DIN VDE 1000 Teil 10 in Verbindung mit §§ 2 und 13 der Unfallverhütungsvorschrift „Grundsätze der Prävention“ (BGV A 1) i. V. m. § 9 OWiG und §§ 15 und 209 SGB VII

Herrn _____

werden in seiner Funktion als verantwortliche Elektrofachkraft (vEFK) die Fach- und Aufsichtsverantwortung für die Abteilung(en)

der Firma _____

die der Geschäftsführung hinsichtlich der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes obliegenden Pflichten und Rechte für elektrotechnische Arbeiten übertragen, in eigener Verantwortung die Aufgaben der vEFK für folgende Anlagen/Betriebsteile/Bereiche wahrzunehmen:

_____

Das beinhaltet folgende Verantwortlichkeiten:

- Einrichtungen entsprechend der gültigen DIN VDE 0100 und der DIN VDE 0101 zu schaffen und zu erhalten
- Anordnungen und Maßnahmen zu treffen, um das Arbeiten und das Betreiben entsprechend der einschlägigen elektrotechnischen Vorschriften und Normen insbesondere der BGV A 3 und der DIN VDE 0105 sicherzustellen
- Erstellung der Gefährdungsbeurteilung und die Organisation der daraus resultierenden Prüfungen für
  - die elektrischen Betriebsmittel nach VDE 0701/0702
  - stationäre Anlagen nach VDE 0100-610 und VDE 0105-100
  - elektrische Ausrüstung von Maschinen entsprechend Maschinenrichtlinie nach VDE 0113 und VDE 0105-100
  - _____

soweit ein Betrag von _____ Euro nicht überschritten wird.

Zu den übertragenden Pflichten und Rechten für folgende Betriebsteile/Bereiche _____ gehören:

- Auswahl und Sicherstellung der Elektrofachkräfte für die anstehenden Arbeiten, insbesondere für das „Arbeiten unter Spannung“ nach BGR A 3
- Beauftragung von Schalthandlungen/Ernennung von Schaltberechtigten
- Organisation und Durchführung notwendiger Unterweisungen
- _____

Bei der Erfüllung ihrer Aufgaben ist die verantwortliche Elektrofachkraft hinsichtlich der fachlichen Aufgaben weisungsfrei.

den

_____ _____

Unterschrift der Unternehmensleitung/ der Geschäftsführung

Unterschrift des/der Verpflichteten

Unzutreffendes ist zu streichen und zusätzliche Ergänzungen sind vorzunehmen! (Formularentwurf: Stieper, BG Metall Nord Süd)

MUSTER

Anhang 3

Kurzeichen für Leitungen nach DIN VDE

Kurzzeichen für harmonisierte Leitungen

*) U_0 Effektivwert der Spannung zwischen Außenleiter und Erde

U Effektivwert der Spannung zwischen Außenleiter und Außenleiter

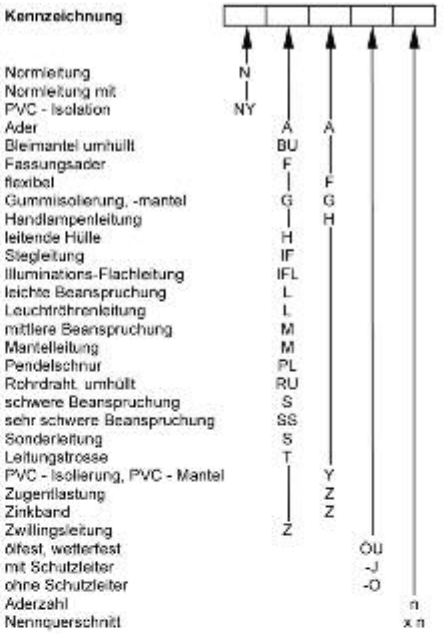
Farbkennzeichnung der Leiter

Aderzahl	mit Schutzleiter	ohne Schutzleiter
2	gnge/sw	sw/hbl
3	gnge/br/hbl **)	sw/hbl/br
4	gnge/sw/hbl/br	sw/hbl/br/sw
5	gnge/sw/hbl/br/sw	sw/hbl/br/sw/sw

**) Gilt für bewegliche Leitungen. Bei Leitungen für feste Verlegung gilt gnge/sw/hbl

gnge = grüngelb = Schutzleiter
hbl = hellblau = Neutralleiter
br = braun = Außenleiter
sw = schwarz = Außenleiter

Kurzzeichen für Leitungen, altes Schema (Auszug)



Beispiele

harmonisiert	Leitung	bisher
H05V-U, H05V-K	Kunststoffverdrahtungsleitung	NYFA, NYFAF
H07V-U, H07V-K	Kunststoffaderleitung	NYA, NYAF
H03VV-F, H03VVH2-F	leichte Kunststoffschlauchleitung	NYLHY
H05VV-F	mittlere Kunststoffschlauchleitung	NYMHY
H05RR-F,	leichte Gummischlauchleitung	NLH
H05RN-F, H07RN-F *) H07BQ-F	mittlere Gummischlauchleitung	NMH NMHöu NGMH11Y Ö
H03VH-Y	leichte Zwillingsleitung	NLYZ
H03VH-H	Zwillingleitung	NYZ
H03RT-F	Gummiaderschnur	NSA

Andere isolierte Leitungen werden in der Regel noch wie bisher bezeichnet, da es hierfür noch keine harmonisierten Ausführungen gibt. Den Leitungstypen H07RN-F und H05RN-F sind solche vom Typ H07BQ-F bzw. H05BQ-F, als gleichwertig einzustufen nicht jedoch bei thermischer Beanspruchung, z. B. Bereiche mit Schweißarbeiten.

*) je nach Beanspruchung

Zuständigkeitsbereiche der

Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften (VMBG)

Herausgeber:
Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften
Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft
Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft
Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Ausgabe 2009 · Druck 01.2010/9.100 · Bestell-Nr. BGI 548

Für Mitglieder anderer Berufsgenossenschaften zu beziehen durch
Carl Heymanns Verlag GmbH, Luxemburger Straße 449, 50939 Köln.

BG
Vereinigung der Metall-
Berufsgenossenschaften

BGI 548

BG-Information

Elektrofachkräfte

Weitere Informationsschriften finden Sie auf der DVD
„Prävention – Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz“.

BG

Vereinigung der Metall-Berufsgenossenschaften

Federführung: Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444 und -545
Internet: www.vmbg.de

08.09

Maschinenbau- und Metall-Berufsgenossenschaft Hütten- und Walzwerks-Berufsgenossenschaft

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-444

Internet: www.mmbg.de · www.hw-bg.de

Präventionsabteilung

40210 **Düsseldorf** · Kreuzstraße 45
Telefon 0211 8224-0 · Telefax 0211 8224-545

E-Mail: praevention@mmbg.de

Außendienststellen der Präventionsabteilung

33602 **Bielefeld** · Oberntorwall 13/14
Telefon 0521 967047-4
Telefax 0521 96704-99
E-Mail: ad.bielefeld@mmbg.de

06842 **Dessau-Roßlau** · Raguhner Straße 49 b
Telefon 0340 2525-104
Telefax 0340 2525-362
E-Mail: ad.dessau@mmbg.de

44263 **Dortmund** · Semerteichstraße 98
Telefon 0231 4196-128
Telefax 0231 4196-199
E-Mail: ad.dortmund@mmbg.de

01109 **Dresden** · Zur Wetterwarte 27
Telefon 0351 886-3213
Telefax 0351 886-4576
E-Mail: ad.dresden@mmbg.de

40239 **Düsseldorf** · Graf-Recke-Straße 69
Telefon 0211 8224-838
Telefax 0211 8224-844
E-Mail: ad.duesseldorf@mmbg.de

51065 **Köln** · Berg. Gladbacher Straße 3
Telefon 0221 6784-265
Telefax 0221 6784-222
E-Mail: ad.koeln@mmbg.de

04109 **Leipzig** · Elsterstraße 8 a
Telefon 0341 12991-17
Telefax 0341 12991-11
E-Mail: ad.leipzig@mmbg.de

39104 **Magdeburg** · Ernst-Reuter-Allee 45
Telefon 0391 53229-13
Telefax 0391 53229-11
E-Mail: ad.magdeburg@mmbg.de

Berufsgenossenschaft Metall Nord Süd

Präventionshotline

55130 **Mainz** · Wilh.-Theodor-Römheld-Str. 15
Telefon 0800 999 0080-2
Telefax 06131 802-12800

E-Mail: best@bgmet.de
Internet: www.bg-metall.de